

L'évolution du cœur de réseau des opérateurs fixes

*Etude réalisée par le cabinet Ovum pour le compte
de l'Autorité de régulation des Communications électroniques et des Postes*

Table des matières

1 PRINCIPALES IMPLICATIONS DES MIGRATIONS NGN 4

<i>Le développement d'architectures NGN chez les opérateurs historiques européens sera progressif, et peut générer de substantielles économies d'OPEX.....</i>	4
<i>De nouvelles solutions technologiques sont déployées dans les réseaux NGN.....</i>	5
<i>Des scénarios de migration contrastés chez les opérateurs historiques européens.....</i>	6
<i>Différentes approches technologiques vers le NGN.....</i>	7
<i>De nombreuses difficultés technologiques qui n'existaient pas dans un environnement TDM apparaissent avec le NGN.....</i>	8
<i>Impacts architecturaux et financiers d'une transition vers un réseau NGN.....</i>	8
<i>De nombreuses questions restent ouvertes en termes d'évolutions réglementaires.....</i>	10

2 PRESENTATION DE LA PROBLEMATIQUE DE MIGRATION NGN DU CŒUR DE RESEAU FIXE 12

2.1	DESCRIPTION D'UN RESEAU TELEPHONIQUE TRADITIONNEL ET DEFINITIONS	12
2.2	DEFINITION ET DESCRIPTION D'UN RESEAU NGN	15
2.2.1	<i>Modèle d'architecture en couche</i>	15
2.2.2	<i>Rôle d'un softswitch dans une architecture NGN.....</i>	18
2.2.3	<i>Rôle des media gateways dans une architecture NGN.....</i>	18
2.2.4	<i>Rôle du MSAN dans une architecture NGN</i>	19
2.2.5	<i>Organisations de standardisation impliquées</i>	19
2.3	PRINCIPAUX FACTEURS DE DEPLOIEMENT DE RESEAUX NGN.....	21
2.3.1	<i>La chute des revenus liés à la téléphonie fixe et besoin de réduction des coûts d'exploitation réseau</i>	21
2.3.2	<i>Obsolescence du parc existant de commutateurs TDM.....</i>	23
2.3.3	<i>Transformation de la topologie du réseau, avec réduction du nombre de liens entre commutateurs</i>	24
2.3.4	<i>Une solution reposant sur le déploiement de softswitchs nécessite moins d'équipements, moins de sites et moins de personnel.....</i>	24
2.3.5	<i>Développement de nouveaux services</i>	26
2.3.6	<i>Fin de développements à attendre autour des technologies TDM.....</i>	26
2.4	IMPACTS GENERAUX D'UNE MIGRATION NGN.....	27
2.4.1	<i>Impacts liés aux investissements NGN.....</i>	27
2.4.2	<i>Impacts liés à l'interconnexion.....</i>	27
2.4.3	<i>Impacts liés à la signalisation</i>	28
2.4.4	<i>Impacts liés à l'existence de multiples protocoles pour la voix sur IP: H.323, MGCP, SIP.....</i>	28
2.4.5	<i>Impacts liés à la qualité de service (QoS)</i>	29
2.4.6	<i>Impacts sur la sécurité.....</i>	29
2.4.7	<i>Impacts sur les équipements de terminaison</i>	30
2.5	LES RESEAUX NGN DANS LE CONTEXTE D'AUTRES EVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES MAJEURES.....	30
2.5.1	<i>Relations entre NGN et IP Multimedia Subsystem (IMS).....</i>	30

2.5.2	<i>Relations entre NGN et la technologie FTTH</i>	33
2.5.3	<i>Relations entre NGN et ENUM</i>	34

3 TYPOLOGIE DES SCENARIOS DE MIGRATION 36

3.1	SCENARIO 1 : MISE EN PLACE DE SOLUTIONS NGN AU NIVEAU DES LIENS DE TRANSIT 36	
3.2	SCENARIO 2 : MISE EN PLACE DE SOLUTIONS NGN JUSQU' AU COMMULATEUR DE CLASSE 4	40
3.3	SCENARIO 3 : MISE EN PLACE DE SOLUTIONS NGN JUSQU' AU CLASSE 5	42
3.4	SCENARIO 4 : MISE EN PLACE DE SOLUTIONS TOUT IP EN OVERLAY	44

4 ANNEXE : LISTE DES ACRONYMES 48

AVERTISSEMENT

L'Autorité a confié au cabinet Ovum une étude portant sur l'évolution du cœur de réseau des opérateurs fixes vers un réseau dit de Nouvelle Génération.

L'analyse s'appuie sur les principaux facteurs et impacts de déploiement de ce type de réseau ainsi que sur une typologie des scénarios de migration.

La méthodologie utilisée et les résultats obtenus sont de la seule responsabilité d'Ovum et n'engagent pas l'Autorité.

Dans un souci de transparence et d'information ouverte, l'Autorité a décidé de rendre publique cette étude.

Les parties intéressées sont invitées, le cas échéant, à faire part de commentaires à l'Autorité.

1 Principales implications des migrations NGN

Le développement d'architectures NGN chez les opérateurs historiques européens sera progressif, et peut générer de substantielles économies d'OPEX

Les réseaux traditionnels de téléphonie fixe des opérateurs historiques européens sont basés sur la commutation de circuits (aussi nommée transmission TDM) entre les lignes d'abonnés, et sur une organisation hiérarchique des commutateurs selon différentes zones d'appels. De plus, ce réseau de téléphonie cohabite avec un ou plusieurs réseaux dédiés au transport de données (dont le réseau utilisé pour la fourniture de services haut-débit DSL).

La problématique de passage à une architecture NGN (Next Generation Network) du cœur de réseau fixe des opérateurs historiques s'inscrit avant tout dans une logique de diminution des coûts, avec le passage à une infrastructure unique basée sur IP pour le transport de tout type de flux, voix ou données, et pour toute technologie d'accès (DSL, FTTH, RTC, WiFi, etc.). L'impact majeur d'un passage à une architecture NGN pour les réseaux de téléphonie commutée est que le commutateur traditionnel est scindé en deux éléments logiques distincts : le media gateway pour assurer le transport et le softswitch pour assurer le contrôle d'appel. Cette évolution permet théoriquement des gains en termes de performance et d'optimisation des coûts, mais elle peut aussi faciliter le déploiement de nouveaux services.

La plupart des opérateurs historiques Européens d'Europe de l'Ouest ont testé ou commencé à déployer des architectures NGN. La plupart d'entre eux ont dans la pratique des solutions NGN qui sont utilisées dans leurs réseaux nationaux. Toutefois, pour l'instant, ces solutions ne sont pas déployées dans une perspective de remplacement complet des solutions de réseau commuté traditionnelles, utilisées pour le transport du trafic voix. Dans certains cas, l'utilisation de softswitchs est contingentée aux services voix sur IP proposés aux abonnés DSL, et dans d'autres, l'utilisation de softswitchs n'intervient qu'en des nœuds de commutation dont les équipements TDM sont arrivés en fin de vie. Dans ce dernier cas, les opérateurs sont dans une logique de remplacement de leurs solutions.

La plupart des opérateurs historiques européens restent prudents dans leurs plans de déploiement de solutions NGN, à l'exception notable de BT. Toutefois, de nouveaux facteurs viennent aujourd'hui accélérer leurs plans :

- La diminution des revenus liés aux services vocaux entraîne un changement de paradigme pour les opérateurs historiques, qui se préparent à ajuster leur surface de coûts à des revenus inférieurs, en utilisant par exemple des solutions NGN qui peuvent permettre de réduire leur OPEX.

- Le développement du concept architectural « IMS » (IP Multimedia Subsystem) propose aux opérateurs, pour la première fois dans le NGN, un jeu de standards qui pourrait être applicable dans tous les environnements (cable, fixe, mobile) et supporté par l'ensemble de la communauté industrielle.
- Enfin, tous les vendeurs de solutions remplacent aujourd'hui leur gamme de commutateurs classiques avec des solutions NGN, qui capitalisent les gains de performances liés à l'augmentation des capacités de calcul électronique.
- Si les opérateurs historiques restent prudents, les gains d'OPEX potentiels pour ces opérateurs pourraient être très importants.

De nouvelles solutions technologiques sont déployées dans les réseaux NGN

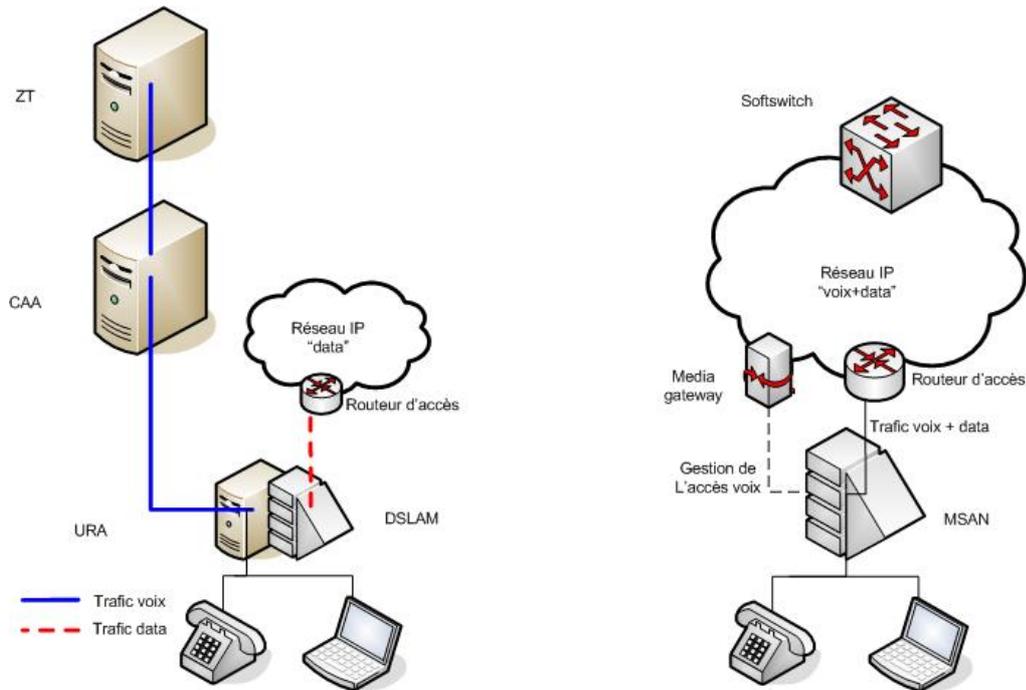
Un réseau NGN utilise un ensemble d'équipements qui jouent le même rôle qu'un commutateur traditionnel, mais qui sont désormais séparés en composants distincts :

- Le « softswitch » est la solution qui gère dans un réseau NGN l'intelligence du service de commutation (gestion de tables d'appels, gestion des plans de numérotation). Toutefois, ce softswitch n'est plus associé à un point physique du réseau, et ne gère plus les liens physiques du réseau, comme c'était le cas dans un réseau TDM.
- Le « media gateway », dont le rôle est d'assurer la gestion (disponibilité, détection de fautes) de la couche physique du réseau. Cette couche physique peut être le réseau de transmission, ou le réseau d'accès. Dans le cas où il s'agit du réseau d'accès, la fonction de media gateway peut être embarquée dans l'équipement d'accès lui-même, comme c'est le cas pour un MSAN.

Dans la plupart des réseaux NGN déployés après 2004, la coexistence d'offres d'accès data et d'offres d'accès voix dans le portefeuille des opérateurs amène le déploiement de solutions « tout en un », permettant le contrôle d'accès pour les services voix et les services data. Ces solutions tout en un sont des MSAN.

Le diagramme ci-dessous représente les topologies comparées d'un réseau NGN et d'un réseau TDM, dans le cas français.

Figure 1 Topologies comparées d'un réseau NGN et d'un réseau TDM, dans le cas français



Source : Ovum

Des scénarios de migration contrastés chez les opérateurs historiques européens

Il existe des différences importantes d'un pays à l'autre, quant à la pression concurrentielle qui s'exerce sur l'opérateur historique, et donc la nécessité pour l'opérateur de faire évoluer sa structure de coûts et de revenus. Et il existe aussi des différences importantes au niveau du statut du réseau fixe existant (par exemple la topologie, la qualité, la capacité, l'âge des équipements), et donc de la nécessité ou pas d'investir à court terme dans le réseau fixe.

Deux opérateurs historiques se distinguent en Europe, par le fait qu'ils ont déjà entamé la migration de leur réseau téléphonique commuté :

- **BT** a l'approche NGN la plus radicale. BT met en place une stratégie de rupture avec son projet 21st Century Network, basé sur un désinvestissement dans le réseau commuté traditionnel et le déploiement d'un réseau IP entièrement nouveau, qui supportera l'ensemble du trafic issu des services voix et données, et des solutions de softswitches NGN utilisées de bout en bout dans le cœur de réseau. BT a prévu d'investir £10 milliards sur 5 ans avec pour objectif la migration d'environ 30 millions de lignes fin 2009.

- **Telecom Italia** a déjà commencé la migration NGN dans certaines zones géographiques de son réseau fixe, jusqu'au commutateur de classe 4, avec le remplacement de l'infrastructure de transit (nationale et internationale) par une infrastructure NGN. Telecom Italia envisage par ailleurs d'utiliser un cœur de réseau unique tout-IP pour le transport du trafic fixe et mobile.

Pour ces opérateurs ayant déjà entamé la procédure de migration NGN, l'échéance d'une migration complète du réseau téléphonique commuté fixe se situe à l'horizon 2010. En revanche, pour les opérateurs moins enclins à migrer rapidement vers une architecture NGN, l'échéance d'un projet NGN complet pour leur infrastructure fixe se situerait plutôt aux alentours de 2020. On parle par conséquent de projets à 15 ans, ce qui implique une incertitude importante quant aux scénarios de migration qui seront mis en œuvre et des problématiques associées au moment de la migration.

Différentes approches technologiques vers le NGN

Il n'existe pas d'architecture standard pour un NGN, ni même d'architecture, qui, de fait, s'impose à tous. Dans la pratique, deux types de déploiements apparaissent néanmoins :

- Des déploiements pour lesquels le réseau voix reste un environnement réseau dédié, mis en œuvre en utilisant des équipements dont le rôle est spécifiquement associé à la gestion des services vocaux. Ces équipements, media gateways et softswitchs, n'ont alors pour caractéristique que d'utiliser un réseau de transmission commun avec les services de données. Dans ce cas les opérateurs conservent des points de commutation distribués dans le réseau. Il n'y a pas de changement important à cet égard par rapport à un réseau traditionnel TDM, si ce n'est une diminution du nombre de centres de commutation, où peut avoir lieu l'interconnexion.
- Des déploiements pour lesquels les opérateurs respectent l'architecture de référence « IMS ». Ils envisagent en ce cas de pouvoir déployer des services qui combinent voix et data au sein d'une seule et même session, ce qui n'est pas possible dans le cas précédent. Dans ce cas, les équipements peuvent être différents, et le contrôle des sessions voix-data peut être extrêmement centralisé. Un opérateur comme BT, par exemple, envisage dans son réseau BT 21 CN de ne déployer qu'une dizaine d'« intelligent nodes », qui sont les points où ce contrôle de session sera réalisé. Un opérateur alternatif devrait donc pouvoir s'interconnecter en ces points, et pourrait, par exemple, peerer le trafic IP correspondant en d'autres points.

De nombreuses difficultés technologiques qui n'existaient pas dans un environnement TDM apparaissent avec le NGN

Le déploiement de technologies NGN ne correspond pas au déploiement de solutions utilisant des protocoles et des technologies complètement optimisées pour la voix. En conséquence, de nouvelles difficultés se posent pour les opérateurs qui viennent à les utiliser :

- **Qualité de service perçue par l'utilisateur final**

Tout à fait honorable dans le cas de petits réseaux, la qualité de service rendue sur le trafic vocal peut être incertaine dans le cas de déploiements de grande ampleur. En particulier, il n'existe pas aujourd'hui de mécanismes garantissant un minimum de qualité de service si le réseau IP multiservice est complètement engorgé. Chaque opérateur doit réaliser l'ingénierie de son réseau de manière à pouvoir « garantir » un niveau minimum. Bien évidemment, la compréhension de ce qu'est le niveau minimum reste à l'appréciation de chacun.

- **Qualité de service en cas d'interconnexion**

A la différence du monde de la commutation de circuit, le monde des réseaux NGN ne s'appuie pas sur un jeu de protocoles uniques et de codecs uniques pour les services vocaux. De ce fait, de multiples transcodages peuvent avoir lieu lorsqu'une communication vocale transite sur plusieurs réseaux. Ces multiples transcodages peuvent altérer la qualité de service perçue.

- **Performances d'acheminement**

La plupart des opérateurs historiques que nous avons interviewés nous ont rapporté des difficultés importantes en acheminement, avec un nombre de pertes de liaisons importantes, se traduisant par des communications coupées pour les abonnés.

Impacts architecturaux et financiers d'une transition vers un réseau NGN

Principales différences entre un réseau NGN et un réseau TDM

En termes d'architecture, il n'y a pas fondamentalement de réduction du nombre de points de présence d'un opérateur, qui doit toujours contrôler les mêmes lignes d'abonnés, avec les mêmes contraintes physiques sur la paire de cuivre. Néanmoins :

- En lieu et place de points de commutation (type classe 5 et type classe 4), les opérateurs peuvent être amenés à ne plus exercer de commutation locale, mais uniquement un contrôle des lignes d'accès. Ce contrôle est opéré par des media

gateways, qui en première approche se retrouvent présents en chacun des points où a pu exister une fonction de commutation dans le réseau commuté (à la rénovation du réseau d'accès près). Ces équipements ne sont toutefois pas « intelligents » au sens où ils ne font que transformer un signal TDM entrant en signal IP sortant, qui est ensuite envoyé sur le réseau IP.

- A l'inverse, la fonction de commutation se trouve quant à elle séparée des points où est exercé le contrôle d'accès. De ce fait elle peut être « distribuée » ou « centralisée » en fonction des choix de l'opérateur. Dans le cas d'un réseau fixe, il nous semble logique de distribuer la fonction de classe 5 (pour permettre la commutation du trafic local sans engorger le réseau), et de centraliser la fonction de classe 4, pour bénéficier du maximum d'économies d'échelle dans la gestion des plate-formes.

Les principaux changements entre un réseau TDM et un réseau NGN pour un opérateur historique (qui possède ses sites) nous semblent donc résider dans :

- **L'évolution du nombre de lignes « administrées » par un softswitch de classe 5** : un seul et même softswitch classe 5 peut être connecté à plusieurs media gateways, qui correspondaient tous à un classe 5 TDM dans l'ancienne architecture.
- **L'évolution du nombre de classe 5 contrôlés par un seul et même classe 4** : en lieu et place de plusieurs anciens classe 4 TDM, on peut n'avoir qu'un seul softswitch de classe 4 capable de gérer un plus grand nombre de lignes.
- **Le passage de liaisons physiques TDM a des liaisons physiques IP** : si l'opérateur le souhaite, son réseau NGN peut être opéré en utilisant le protocole IP. Le coût de la bande passante utilisée par cet opérateur peut être modifié.
- **L'utilisation d'une signalisation IP au lieu d'une signalisation TDM** : L'utilisation du protocole IP pour le trafic vocal induit la gestion de la signalisation du trafic en utilisant ce même protocole. L'utilisation de la bande passante TDM par le protocole SS7 est bien optimisée, la mise en œuvre de voix sur IP l'est moins. A capacité équivalente au niveau physique, un trafic vocal moins important pourra être acheminé par un réseau IP en comparaison à un réseau TDM.

Deux scénarios de migration se dégagent

Les gains d'OPEX dépendent du scénario de migration NGN choisi par l'opérateur. Selon l'approche retenue, les coûts de transition peuvent être élevés, de sorte que le gain total moyen d'OPEX sur une période de 10 ans n'est pas forcément positif

même si l'OPEX annuel est fortement réduit au terme de la migration. On peut distinguer deux approches :

- **Les stratégies d'overlay**, consistant à déployer un réseau NGN en parallèle du réseau commuté existant, sont très coûteuses pour les opérateurs qui les déploient, même si les gains d'OPEX à terme sont importants. L'opérateur doit faire face à une augmentation de ses coûts pendant la phase de migration, où le réseau NGN est déployé et le réseau TDM existant est maintenu. Les gains d'OPEX arrivent ensuite, lorsque l'opérateur commence à gérer son trafic vocal sur le réseau overlay qu'il a construit, tout en diminuant le volume de trafic supporté par son réseau traditionnel, sur lequel il n'investit presque plus. BT est un des rares opérateurs ayant choisi ce scénario, notamment parce que l'opérateur avait de toute façon d'importants besoins de financement dans son réseau existant.
- **Les stratégies de remplacement**, consistant à remplacer progressivement les commutateurs traditionnels en fin de vie par des softswitchs NGN, présentent un bénéfice plus immédiat pour les opérateurs qui les retiendront. Il est à cet égard remarquable de constater que les opérateurs ayant concrètement envisagé de déployer des solutions de type NGN ont quasiment tous retenu cette approche.

De nombreuses questions restent ouvertes en termes d'évolutions réglementaires

La plupart des opérateurs historiques européens qui ont entamé des migrations vers des architectures NGN, ou qui commencent à déployer des solutions NGN dans leur réseau sont soumis au cadre réglementaire actuel. Tous nous ont confirmé qu'à court terme les régimes d'interconnexion proposés par ces opérateurs à la communauté des opérateurs alternatifs n'évolueraient quasiment pas. En particulier :

- **Les points du réseau où l'interconnexion physique est réalisée ne changent pas.** Toutefois, en cas de déplacement des sites, la question du coût de réacheminement des anciens points d'interconnexion aux nouveaux est sujet à débats. La plupart des opérateurs historiques d'Europe de l'Ouest souhaitent qu'une partie de ce coût soit supportée par leurs partenaires.
- **La réalisation technique de l'interconnexion ne change pas.** Les opérateurs historiques livrent donc des minutes de trafic vocal TDM à leurs partenaires. Cette opération a un coût si le réseau est un réseau NGN et, de la même manière, la question du partage éventuel de ce coût est posée.

A moyen terme et long terme, de nouvelles problématiques se posent, en particulier à l'aune de l'évolution du cadre réglementaire Européen. Ainsi, la plupart des opérateurs pourraient évoluer vers une **interconnexion en voix sur IP native**. Si tel était le cas, de nombreux facteurs nouveaux viendraient influencer sur l'environnement réglementaire :

- Les critères de qualité de service fournis aux opérateurs deviennent particulièrement importants, car aucun mécanisme ne standardise cette qualité de service dans les solutions NGN déployées. Un opérateur interconnecté devrait solliciter un niveau de qualité de service auprès de l'opérateur auquel il s'interconnecte.
- La notion d'interconnexion de trafic vocal pourrait être ajoutée à la nature des protocoles et codecs utilisés par chaque opérateur, de manière à éviter au maximum des opérations d'encodage et de décodage affectant la qualité de service perçue par l'utilisateur final.
- Des architectures NGN plus largement déployées amèneront une révision de l'architecture des réseaux fixes, avec des points de présence d'opérateurs historiques répartis différemment sur le territoire.
- De nouveaux services utilisant la voix sur IP amènent pour les opérateurs le besoin d'interconnecter de nouveaux types de contenus, comme les informations liées aux abonnés, à leur information de présence, ou à leurs caractéristiques (numéros). Les interfaces et les modalités de mise en œuvre d'une interconnexion autre que celle du trafic vocal, entre l'opérateur historique et les opérateurs alternatifs, restent à déterminer.
- L'environnement d'interconnexion IP devra nécessairement prendre en compte de nouvelles difficultés liées à la mise en place de règles de sécurité dans l'échange de trafic entre les différents opérateurs, qui sont aujourd'hui garanties par l'utilisation du protocole SS7.
- Enfin, les régulateurs pourraient avoir à gérer des régimes d'interconnexion voix hétérogènes, avec d'une part, le développement d'une interconnexion IP (notamment pour les services de voix sur IP offerts via le DSL), et d'autre part, le maintien à court et moyen terme d'une interconnexion TDM traditionnelle. Avec l'accroissement du trafic de voix sur IP sur les réseaux DSL, il est en effet envisageable que les opérateurs commencent à mettre en place une interconnexion en IP natif, pour les appels vocaux entre lignes IP, bien avant la fin des programmes de migration NGN des opérateurs historiques (prévue à l'horizon 2010 à 2020 selon les pays).

2 Présentation de la problématique de migration NGN du cœur de réseau fixe

2.1 Description d'un réseau téléphonique traditionnel et définitions

Le réseau téléphonique traditionnel utilise la commutation de circuits d'où son nom de « Réseau Téléphonique Commuté (RTC) » (PSTN en anglais pour Public Switched Telephone Network).

La commutation de circuits (aussi nommée transmission TDM) est caractérisée par l'établissement d'une liaison bidirectionnelle entre deux extrémités du réseau pendant toute la durée de la communication, assurant la continuité du transfert de l'information en temps réel. Le principal inconvénient de cette méthode de commutation est qu'elle gaspille de la capacité en bande passante puisque la ligne ne peut être utilisée que pour cette communication.

Dans la commutation de circuits, les commutateurs sont reliés entre eux par des circuits et aux abonnés par des lignes d'abonnés. Les commutateurs sont hiérarchisés. Selon la terminologie de France Télécom, le réseau RTC est ainsi divisé en plusieurs sous-ensembles suivant un découpage en différentes zones:

1. Zone Locale (ZL)

Dans la zone locale, les abonnés sont raccordés à un même commutateur local (CL). Les CL établissent les connexions entre les lignes d'abonnés et leur CAA (commutateur à autonomie d'acheminement) de rattachement. Dans l'étude, nous parlerons de commutateurs de classe 5 en référence aux CL.

2. Zone à Autonomie d'Acheminement (ZAA)

Une ZAA est une zone géographique formée par un ensemble de ZL appartenant à une même zone. Les commutateurs qui équipent une ZAA sont des CAA. Ils gèrent la commutation de circuits et l'acheminement du trafic entre différentes ZL et entre différents CAA d'une même ZAA. Dans l'étude, nous parlerons de commutateurs de classe 4 en référence aux CAA.

3. Zones de Transit (ZT)

Il y a plusieurs zones de transit selon que l'on se trouve à un niveau régional, national ou international.

- Zones de Transit Secondaire (ZTS)

Une ZTS est délimitée par un (ou plusieurs) CTS (Commutateur de Transit Secondaire) qui gèrent un ensemble de CAA situés dans la zone considérée. Les CTS n'intègrent aucune intelligence et assurent uniquement le brassage des circuits lorsqu'un CAA ne peut directement atteindre le CAA du destinataire.

- Zone de Transit Principale (ZTP)

Une ZTP regroupe plusieurs ZTS et inclut un CTP (Commutateur de Transit Principal) qui gèrent les CTS de la zone. Cette zone assure la commutation des liaisons longue distance.

- Zone de Transit Internationale (ZTI)

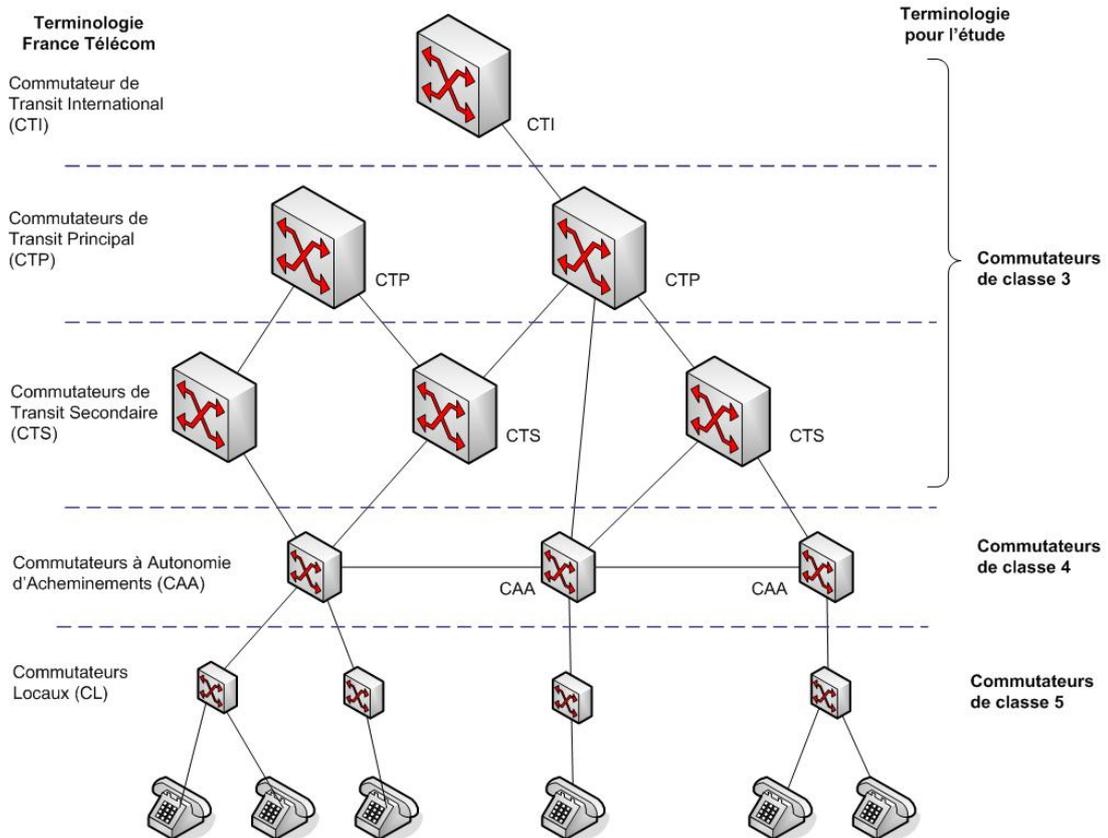
L'un des CTP d'une ZTP est relié à un Commutateur de Transit International (CTI) permettant de traiter le trafic provenant ou à destination de l'international. Par exemple, France Télécom dispose de trois centres de transit internationaux.

Dans l'étude, les commutateurs des zones de transit sont appelés commutateurs de classe 3.

Pour la suite du rapport, nous utiliserons la terminologie suivante :

- commutateur de classe 5 pour les commutateurs locaux,
- commutateurs de classe 4 pour les commutateurs à autonomie d'acheminement (CAA),
- commutateurs de classe 3 (aussi nommés « trunk switches » ou « tandem switches ») pour tous les commutateurs situés dans les zones de transit (régional, national ou international).

Figure 2 Description du réseau RTC de France Télécom et terminologie pour l'étude



Source : Ovum

La couche transport dans les réseaux voix traditionnels est responsable de la bonne fourniture au niveau physique (couche physique du modèle OSI) du contenu voix et du contrôle (signalisation, gestion d'appel) des messages entre les commutateurs et les équipements de signalisation. Depuis les années 90, les opérateurs utilisent la technologie ATM comme protocole de transport de la voix et des informations de signalisation entre les commutateurs de classe 4 et les commutateurs de classe 5.

Dans un réseau RTC, la signalisation est assurée sous le protocole SS7 (ou Sémaphore). Le protocole SS7 a été défini par l'ITU-T et fournit les procédures grâce auxquelles les différents éléments d'un réseau PSTN s'échangent des informations via un réseau numérique de signalisation afin de pouvoir établir une communication fixe ou mobile, puis la router et la contrôler.

La fourniture de services à valeur ajoutée est possible grâce à l'implémentation d'un « réseau intelligent » (Intelligent Network ou IN).

2.2 Définition et description d'un réseau NGN

Tout d'abord, rappelons que l'acronyme NGN (Next Generation Network) est un terme générique qui englobe différentes technologies visant à mettre en place un concept, celui d'un réseau convergent multiservices. En particulier, il n'existe pas de définition normalisée d'un NGN, de même qu'il n'y a pas de standard internationalement reconnu et accepté dans ce domaine.

2.2.1 Modèle d'architecture en couche

Le passage à une architecture de type NGN est notamment caractérisé par la séparation des fonctions de commutation physique et de contrôle d'appel. L'architecture NGN introduit un modèle en couches, qui scinde les fonctions et équipements responsables du transport du trafic et du contrôle. Il est possible de définir un modèle architectural basé sur cinq couches successives (cf. Figure 3) :

- **la couche d'accès**, qui regroupe les fonctions et équipements permettant de gérer l'accès des équipements utilisateurs au réseau, selon la technologie d'accès (téléphonie commutée, DSL, câble). Cette couche inclut par exemple les équipements DSLAM fournissant l'accès DSL.
- **la couche de transport**, qui est responsable de l'acheminement du trafic voix ou données dans le cœur de réseau, selon le protocole utilisé. L'équipement important à ce niveau dans une architecture NGN est le Media Gateway (MGW) responsable de l'adaptation des protocoles de transport aux différents types de réseaux physiques disponibles (RTC, IP, ATM, ...).
- **la couche de contrôle**, qui gère l'ensemble des fonctions de contrôle des services en général, et de contrôle d'appel en particulier pour le service voix. L'équipement important à ce niveau dans une architecture NGN est le serveur d'appel, plus communément appelé « softswitch », qui fournit, dans le cas de services vocaux, l'équivalent de la fonction de commutation dans un réseau NGN. Dans le standard IMS défini par le 3GPP, les fonctionnalités et interfaces du softswitch sont normalisées, et l'équipement est appelé CSCF (Call Session Control Function).
- **la couche d'exécution des services**, qui regroupe l'ensemble des fonctions permettant la fourniture de services dans un réseau NGN. En termes d'équipements, Cette couche regroupe deux types d'équipement : les serveurs d'application (ou application servers) et les « enablers », qui sont des fonctionnalités, comme la gestion de l'information de présence de l'utilisateur, susceptibles d'être utilisées par plusieurs applications. Cette couche inclut généralement des serveurs d'application SIP, car SIP (Session Initiation Protocol) est utilisé dans une architecture NGN pour gérer des sessions multimédias en général, et des services de voix sur IP en particulier.

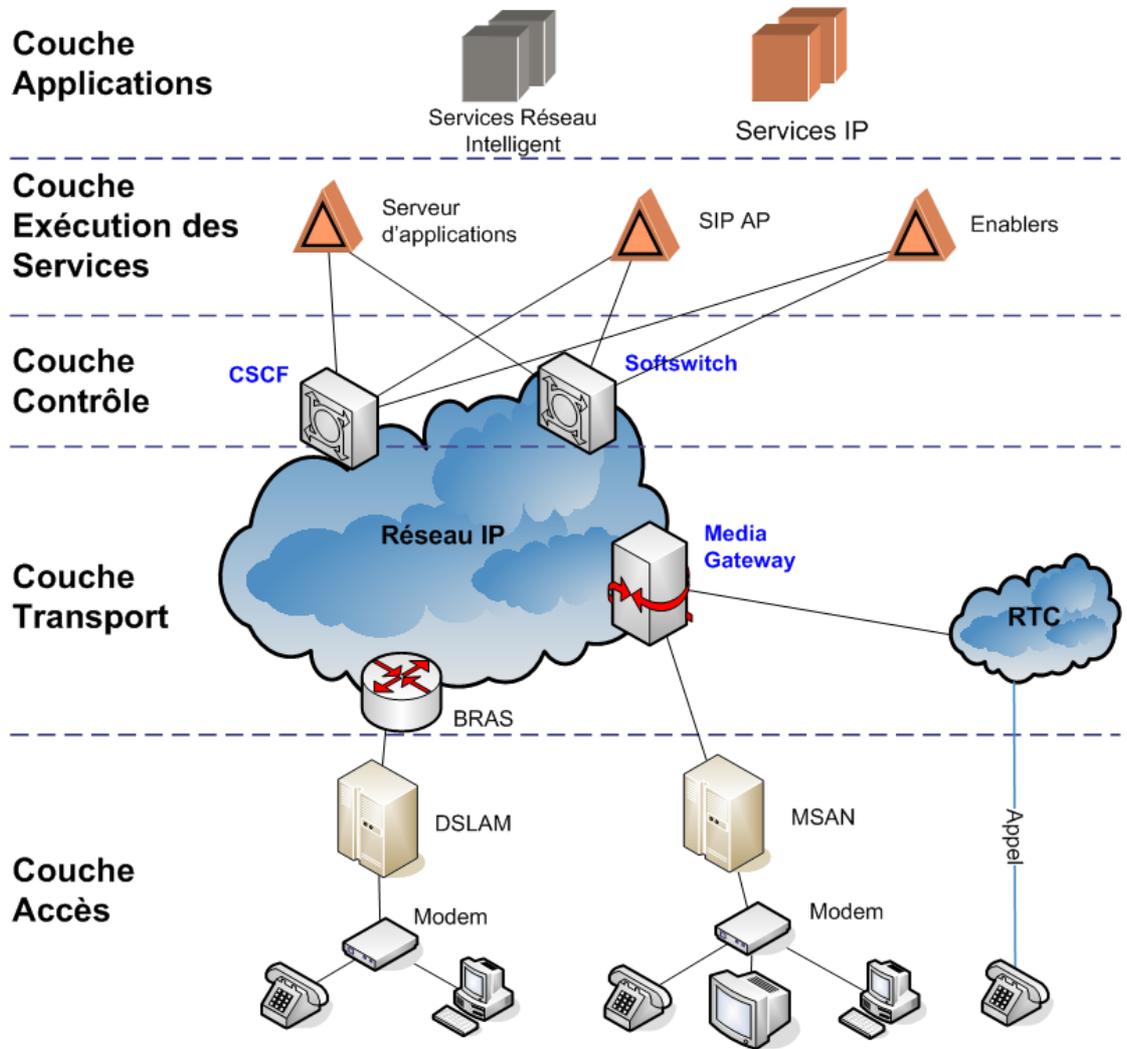
- **la couche applications**, pour les différents services et applications susceptibles d'être offerts dans une architecture NGN. Il peut naturellement s'agir de services IP, mais les opérateurs s'attacheront aussi à supporter les services vocaux existants de réseau intelligent (renvoi d'appel, etc.) dans le cadre d'une migration vers une architecture NGN. Cette couche applications regroupe aussi l'environnement de création de services, qui peut être ouvert à des fournisseurs de services tiers. Le développement d'applications s'appuie sur les serveurs d'application et les enablers de la couche d'exécution des services.

Ces couches sont indépendantes et communiquent entre elles via des interfaces ouvertes. Cette structure en couches est sensée garantir une meilleure flexibilité et une implémentation de nouveaux services plus efficace. La mise en place d'interfaces ouvertes facilite l'intégration de nouveaux services développés sur un réseau d'opérateur mais peut aussi s'avérer essentielle pour assurer l'interconnexion d'un réseau NGN avec d'autres réseaux qu'ils soient NGN ou traditionnels.

L'impact majeur pour les réseaux de téléphonie commutée traditionnels est que le commutateur traditionnel est scindé en deux éléments logiques distincts : le media gateway pour assurer le transport et le softswitch pour assurer le contrôle d'appel.

Une fois les communications téléphoniques « empaquetisées » grâce aux media gateways, il n'y a plus de dépendance des services vis-à-vis des caractéristiques physiques du réseau. Un cœur de réseau paquet unique, partagé par plusieurs réseaux d'accès constitue alors une perspective attrayante pour des opérateurs. Bien souvent, le choix se porte sur un cœur de réseau IP/MPLS commun au niveau de la couche de transport du NGN afin de conférer au réseau IP les mécanismes de qualité de service suffisants pour assurer une fourniture de services adéquate.

Figure 3 Architecture générale d'un réseau NGN



Source : Ovum

2.2.2 Rôle d'un softswitch dans une architecture NGN

Dans une infrastructure NGN, un softswitch n'est autre qu'un serveur informatique, doté d'un logiciel de traitement des appels vocaux. Le trafic voix est en général paquetisé par le media gateway, et pris en charge par les routeurs de paquets du réseau de l'opérateur. Un softswitch va identifier les paquets voix, analyser leur contenu pour détecter le numéro vers lequel ils sont destinés, confronter ces numéros avec une table de routage (qui indique ce que le softswitch doit faire en fonction de chaque numéro), puis exécuter une tâche (par exemple transmettre ou terminer).

Physiquement, un softswitch peut être implanté sur un serveur dédié ou bien être installé directement sur un équipement différent comme un media gateway ou même un commutateur traditionnel TDM. Dans ce cas, on parlera d'architecture complètement distribuée.

2.2.3 Rôle des media gateways dans une architecture NGN

Les media gateway constituent le deuxième élément essentiel déployé dans un réseau NGN. Un media gateway peut par exemple se positionner entre le réseau de commutation circuit et le réseau de commutation de paquets. Dans ce cas, les media gateways transforment le trafic circuit TDM en paquets, la plupart du temps IP ou ATM, pour que ce trafic puisse ensuite être géré par le réseau NGN.

En conséquence, plusieurs types de media gateway sont disponibles sur le marché, en fonction du type de solution voix choisie par l'opérateur et du rôle de ce media gateway :

- les passerelles VoIP pour convertir des lignes d'accès TDM en flux IP,
- les passerelle VoATM pour convertir des lignes d'accès TDM en flux ATM,
- les passerelle VoBB (DSL, câble, ...) pour transformer des flux IP en signaux voix sur un réseau haut-débit câble ou DSL.

Séparation du flux de signalisation pour la commutation et du trafic des communications

Une différence importante entre un réseau TDM et un réseau NGN est que la fonction de commutation est dissociée de la fonction de routage physique des appels dans le réseau. Dans un réseau NGN, l'acheminement physique du trafic vocal est assuré par des routeurs IP, dans le cœur de réseau de l'opérateur, et par des passerelles (les media gateways).

Ce flux de transport est en revanche contrôlé par des softswitches, qui effectuent la fonction de commutation. Les fonctions assurées par les softswitches produisent un trafic de signalisation, notamment entre les softswitches et les media gateways, et également entre différents softswitches du réseau NGN. Le trafic vocal, lui, ne transite pas physiquement par les softswitches.

2.2.4 Rôle du MSAN dans une architecture NGN

Les MSAN constituent une évolution naturelle des DSLAMs. Un MSAN est un équipement qui constitue, dans la plupart des architectures de type NGN, un point d'entrée unique vers les réseaux d'accès des opérateurs. A la différence d'un DSLAM, dont le châssis ne peut supporter que des cartes permettant de proposer des services de type xDSL, un MSAN peut supporter des cartes RNIS, Ethernet, FTTx, ou encore X25. De ce fait, au sein d'un seul et même châssis, l'opérateur peut déployer toutes les technologies d'accès envisageables sur son réseau.

Le rôle de media gateway décrit ci-avant peut, dans certains cas, être « embarqué » au sein de ce MSAN, et disparaître en tant que nœud de réseau dédié.

2.2.5 Organisations de standardisation impliquées

Le tableau ci-dessous résume l'implication des principales organisations travaillant sur le développement de standards pour les réseaux NGN.

	Fonction	Vision	Apports techniques	Impacts potentiels
TISPAN	Groupe de travail proposant des recommandations à l'ETSI	Examen de la possibilité d'appliquer une architecture IMS à un environnement fixe dans une logique de déploiement NGN	Support des interfaces fixes et non cellulaires, interconnexion avec le fixe.	Limités, tributaires des opérateurs et vendeurs membres du groupe de travail.
3GPP	Organisme spécifiant le standard UMTS et ses évolutions	Standardisation de l'IMS (IP Multimedia Subsystem)	Toute la standardisation IMS a été réalisée par le 3GPP, qui l'a initiée	Importants, car tous les opérateurs GSM/UMTS « devraient » se conformer aux standards du 3GPP
ATIS	Initiative nord américaine de spécification de standards NGN	Vision euristique, fortement influencée par les implémentations réalisées dans le monde de la cablo-téléphonie aux USA	Interconnexion et support d'architectures utilisables dans les environnements fixes et câble	Très limités, car la plupart des cablos nord-américains ont fait le choix d'implémenter des architectures IMS
3GPP2	Organisme spécifiant le standard CDMA2000 et ses évolutions	Traduction de l'IMS du 3GPP dans le monde ANSI	Aucun apport sur le NGN – « s'adapte » aux spécifications du 3GPP	Importants, car tous les opérateurs CDMA « devraient » se conformer aux standards du 3GPP2
OASIS	Groupe de travail rassemblant des sociétés IT travaillant sur l'utilisation de standards ouverts dans le cadre du développement d'applications NGN	Utilisation du langage XML partout, impliquant une gestion distribuée des services de communication d'un opérateur NGN, en couche IP	Aucun pour l'instant	Très limités, car l'initiative n'a le support d'aucun opérateur télécom
ITU/NGN	« Programme » de standardisation du NGN mené par l'ITU – premières spécifications finalisées en août 2005	Vision très influencée par les travaux sur IMS du 3GPP	A présent aucun apport spécifique – à envisager pour les prochaines spécifications	Importants, car cette initiative est la seule permettant un support des deux communautés (fixes et mobiles) dès le départ du projet.
FMCA	Initiative menée par BT ayant vocation à « évangéliser » l'architecture du 21st Century Network	Influencée par BT, et mettant en perspective la création de services convergents fixes-mobiles	Très limités à ce stade – mais une bonne prise en compte des problèmes d'authentification des abonnés	A priori plus limités que celle des organismes de standardisation traditionnels.

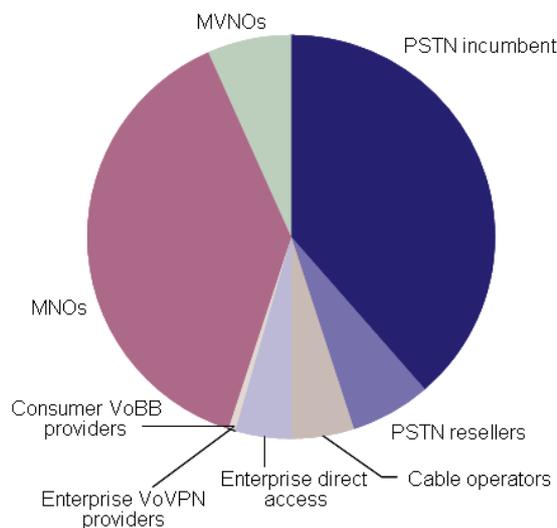
2.3 Principaux facteurs de déploiement de réseaux NGN

2.3.1 La chute des revenus liés à la téléphonie fixe et besoin de réduction des coûts d'exploitation réseau

Il n'est pas rare aujourd'hui, lorsqu'Ovum discute avec des opérateurs historiques européens de l'évolution de leur marché, de constater que la plupart d'entre eux évoquent des baisses importantes de revenus pour les prochaines années, dans le domaine des services vocaux. La combinaison du développement des offres de « triple play » proposant des forfaits illimités, et les effets de la substitution fixe-mobile en termes de trafic vocal sont alors présentés comme les principaux facteurs d'érosion des revenus par ces mêmes opérateurs. L'activité d'opérateur de téléphonie vocale pourrait donc voir sa rentabilité diminuer, si de nouveaux revenus, provenant de nouveaux services, ne venaient pas contre-balancer cette perte.

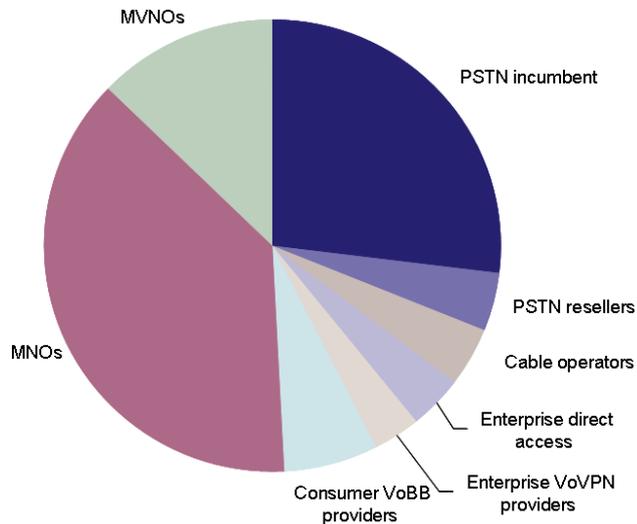
Nos prévisions d'évolution du trafic vocal mondial total corroborent cette perception :

Figure 4 Marché mondial des services vocaux, 2004



Source :Ovum

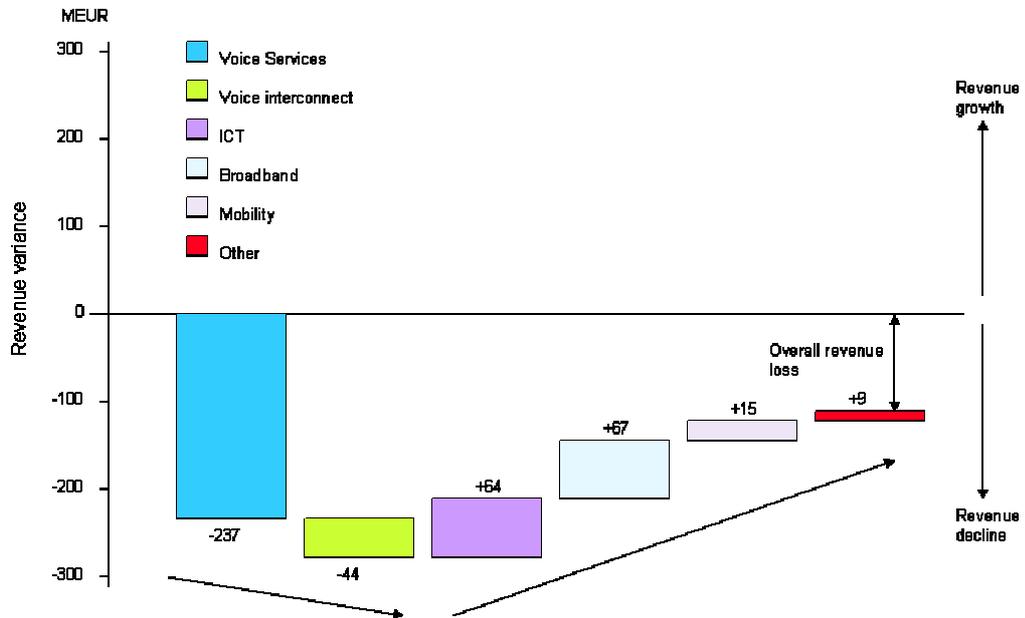
Figure 5 Marché mondial des services vocaux, 2008



Source :Ovum

En proportion, la part du trafic vocal absorbé par les réseaux d'opérateurs fixes est donc appelée à diminuer en valeur. Les nouveaux services proposés par ces opérateurs, comme l'accès xDSL, les services de mobilité, les services informatiques pour entreprises ne leur permettent vraisemblablement pas de combler cette perte de revenus. L'analyse des résultats de BT est tout à fait représentative de ces risques :

Figure 6 Analyse de la profitabilité de BT, 2004



Source :Ovum

Face à ce défi, qui affecte non seulement les revenus des opérateurs historiques, mais également leur principale source de profitabilité, la question du contrôle des coûts d'exploitation devient cruciale.

La réduction des coûts devient donc une nécessité pour ces opérateurs, en particulier les coûts d'exploitation réseau. Cet argument est régulièrement mis en avant par les équipementiers télécoms qui avancent des estimations oscillant entre 30% et 70% de réduction de coûts, CAPEX et OPEX cumulés, pour une solution NGN comparativement à une solution TDM traditionnelle.

2.3.2 Obsolescence du parc existant de commutateurs TDM

En Europe, nombre d'opérateurs historiques vont être peu à peu confrontés à la fin de vie de leurs systèmes de commutation traditionnels TDM, qui ont une durée de vie d'une vingtaine d'années. En effet, les plans de numérisation des réseaux fixes européens ont été réalisés au cours des années 80 et 90 et ont alors nécessité l'installation d'une nouvelle génération de plates-formes de commutation dans les réseaux d'opérateurs. 15, voire 20 ans plus tard, ces plates-formes arrivent en fin de vie, principalement à cause du nombre de services additionnels utilisant les ressources des commutateurs, non prévus lors de leur déploiement (services

prépayés, ring-back tones, messagerie, services de réseau intelligent, services réseau). Dès lors, en fonction du niveau d'obsolescence du réseau traditionnel, deux cas de figure peuvent se présenter :

- L'opérateur a atteint le moment où les coûts de maintenance de son réseau traditionnel commence à croître significativement. Dès lors, la migration vers un réseau NGN, permettant d'envisager à moyen terme la fermeture de son réseau téléphonique traditionnel, peut être intéressante.
- L'opérateur a encore plusieurs années devant lui avant que son réseau traditionnel ne devienne obsolète, ses coûts de maintenance étant stables, à un niveau jugé acceptable. Dès lors, la perspective de réduction des coûts opérationnels combinée à la capacité de développer plus efficacement de nouveaux services à forte valeur ajoutée peut s'avérer être un facteur décisionnel en faveur d'une migration vers un réseau NGN.

Nombre d'opérateurs européens sont actuellement confrontés à la première situation, en particulier dans les pays fortement « maillés », comme la France ou l'Allemagne.

2.3.3 Transformation de la topologie du réseau, avec réduction du nombre de liens entre commutateurs

Un opérateur ayant recours à des softswitchs pour son réseau vocal réduit de manière significative le nombre de connections physiques nécessaires entre ses nœuds de réseau, ce qui se traduit par une baisse de ses coûts.

Dans un cœur de réseau traditionnel, l'opérateur doit entretenir une structure maillée entre les commutateurs de même niveau (cf. Figure 2), pour une zone donnée. Chaque commutateur doit être relié physiquement à un autre commutateur via un lien TDM circuit. Cette topologie de réseau garantit au RTC sa robustesse et un temps de latence minimum. Mais cette optimisation a un coût, dès lors que l'opérateur doit adapter d'autres services à cette architecture, ou qu'il considère que d'autres services pourraient être offerts avec des architectures différentes.

Une solution basée sur des softswitchs ne nécessitent pas cette architecture étoilée, si le cœur de réseau IP supporte certains critères de qualité de service en transport. La technologie MPLS peut être mise en place par l'opérateur dans son infrastructure IP pour fournir des mécanismes de qualité de service.

2.3.4 Une solution reposant sur le déploiement de softswitchs nécessite moins d'équipements, moins de sites et moins de personnel

Dans une infrastructure NGN, le softswitch dispose en général d'une capacité de commutation très supérieure à celle proposée par les commutateurs numériques traditionnels. Tout d'abord le nombre d'abonnés supportés peut ainsi atteindre

jusqu'à 3.5 millions sur un « rack » de softswitch NGN, contre environ 1 million et demi pour un commutateur traditionnel. De plus, en raison de la différence de générations (20 ans séparent les solutions NGN et les commutateurs des opérateurs historiques), la puissance des processeurs des solutions NGN est bien supérieure.

Pour un opérateur, les besoins seront donc plus faibles en nombre de sites de commutations et donc en ressources humaines dédiées à la maintenance des commutateurs. En outre, un softswitch peut être géré et administré à distance, même au niveau de ses caractéristiques physiques.

En conséquence :

- le nombre de nœuds physiques nécessaires est moins important que pour un réseau RTC, permettant de réaliser d'importantes économies au niveau immobilier, via une baisse significative des dépenses liées à la location ou la propriété et l'entretien d'immeubles ou d'espaces dédiés aux équipements du réseau traditionnel. Par exemple, Slovak Telecom, plutôt que de procéder à la numérisation de l'ensemble du réseau qui comprenait alors 309 sites équipés de petits commutateurs analogiques et quelque 211 000 lignes d'abonnés, a opté pour le déploiement d'une solution NGN de Classe 5. Slovak Telecom a par exemple pu fermer son réseau analogique obsolète et réduire drastiquement le nombre de sites nécessaires pour desservir ses clients.
- le nombre d'équipements nécessaires est plus faible, permettant des économies directes en terme de CAPEX, car même si le prix d'un softswitch est supérieur à celui d'un commutateur traditionnel, son gain en efficacité compense largement cette différence. L'effet sur les OPEX est aussi immédiat. Moins d'équipements signifie moins de maintenance, moins de personnel, moins de véhicules, moins de dépenses d'électricité. Les économies liées à la réduction du personnel technique peuvent être significatives pour les opérateurs historiques qui disposent bien souvent de très importants effectifs techniques. En outre, le déploiement de nouvelles technologies peut impliquer la formation des équipes existantes ou le recrutement de nouvelles compétences.

D'importantes réductions de coûts, à la fois aux niveaux CAPEX et OPEX, peuvent donc être réalisées en faisant migrer le réseau RTC vers IP. Cependant les opérateurs devront d'abord consentir de lourds investissements avant de pouvoir bénéficier de ces réductions de coûts. Pour son projet BT 21st Century Network (21CN), British Telecom va par exemple devoir investir £10 milliards sur cinq ans avant de pouvoir réaliser des économies annuelles en OPEX estimées à £1 milliard en 2009. Dès lors, l'effort financier initial peut constituer un frein important pour certains opérateurs.

2.3.5 Développement de nouveaux services

Face à la concurrence accrue des opérateurs alternatifs, les opérateurs historiques peuvent aussi capitaliser sur leurs investissements NGN afin de proposer de nouveaux services innovants permettant de combiner la voix sur IP à d'autres applications.

La migration NGN du cœur de réseau accompagne la transformation du réseau d'accès avec notamment le déploiement de nœuds multi-services basés sur IP. Combinées, ces évolutions réseau facilitent grandement le développement et le lancement de nouveaux services mêlant les différents types d'applications voix, vidéo, audio, TV en n'utilisant plus qu'une seule technologie : IP.

Une telle stratégie devrait permettre aux opérateurs fixes de :

- Lutter contre l'impact de l'érosion des prix des communications téléphoniques à travers des services combinant voix et données comme la vidéo téléphonie, les services de téléphonie vocale utilisant la fonction de présence, ou des services dits « combinés », comme le partage de documents pendant une conférence vocale.
- Lancer des services innovants plus rapidement et donc de mieux lutter face à la concurrence des opérateurs alternatifs qui, n'ayant pas de réseau TDM, disposent déjà d'une grande agilité dans leur capacité à développer de nouveaux services rapidement.

Dans ce type d'approche, l'adoption d'une solution NGN de classe 5 est nécessaire puisqu'elle garantit le transport de la voix directement sous IP sans avoir à déployer de passerelles VoIP pour la conversion TDM/IP comme c'est le cas dans une solution de classe 4.

Evidemment, si ce type de solution est un moyen de se protéger de la concurrence pour les opérateurs historiques sur leur marché domestique, il s'agit également d'une arme pour attaquer les marchés à l'international où ils peuvent être opérateurs alternatifs.

2.3.6 Fin de développements à attendre autour des technologies TDM

Tous les principaux fournisseurs d'équipements de commutation TDM ont stoppé leurs investissements R&D dans ce domaine depuis plusieurs années. Les technologies paquets se sont imposées comme les méthodes de référence aussi bien au niveau de la commutation (Ethernet, IP) que de la transmission (le Gigabit Ethernet commence à prendre le pas sur les technologies SONET/SDH). Un opérateur qui recherche aujourd'hui une solution de commutation utilisant des technologies pérennes au niveau hardware ne peut pas choisir autre chose qu'une solution NGN basée sur des softswitchs.

Ainsi les opérateurs historiques européens confrontés aujourd'hui à la fin de vie de leurs commutateurs traditionnels n'ont d'autres choix que se familiariser dès maintenant aux solutions NGN des équipementiers télécoms.

2.4 Impacts généraux d'une migration NGN

2.4.1 Impacts liés aux investissements NGN

Les coûts initiaux liés à la migration du cœur de réseau RTC (niveau classe 4) vers une solution IP peuvent s'avérer très importants et constituer une barrière à l'entrée significative pour un opérateur, malgré l'importance des économies attendues d'une telle migration. En effet, l'opérateur devra être prêt à investir fortement sur une courte période de temps :

- pour l'achat des nouvelles solutions de commutation de cœur de réseau
- pour l'installation des nouveaux équipements
- pour configurer le re-routage du trafic généré par les commutateurs locaux vers les nouveaux nœuds de transit
- pour la formation des équipes techniques
- pour l'intégration d'un nouveau système de gestion du réseau

Du coup, face à un investissement important, un opérateur disposant d'un réseau RTC déjà amorti qui fonctionne encore correctement, dispose d'une capacité suffisante et n'est pas en fin de vie ne sera pas forcément tenté de migrer à court ou moyen terme.

2.4.2 Impacts liés à l'interconnexion

La convergence des services requiert plus que la mise en oeuvre de réseaux multiservices, elle requiert une interconnexion efficace d'une part entre les réseaux existants de l'opérateur et d'autre part avec les réseaux NGN et/ou traditionnels d'autres opérateurs.

A terme, il est communément admis qu'IP sera le protocole commun d'interconnexion des réseaux NGN. Toutefois, puisque les réseaux NGN sont des réseaux multi-services capables de supporter différents services convergents, de multiples problématiques liées à l'interconnexion vont émerger :

- au niveau des systèmes d'adressage
- au niveau des systèmes de signalisation
- au niveau du roaming

2.4.3 Impacts liés à la signalisation

La gestion des media gateways par le softswitch peut être réalisée via l'utilisation de différents protocoles :

- MGCP (Media Gateway Control Protocol)
- MEGACO
- SIGTRAN
- SIP

L'interconnexion avec un opérateur utilisant une de ces solutions doit donc reposer sur l'utilisation par les deux parties d'un langage commun. Dans les réseaux RTC, ce langage commun était le protocole SS7. On le voit ici, les solutions sont plus nombreuses, et se pose donc la question de la migration des solutions de réseau intelligent des opérateurs, qui « parlent » toujours SS7 dans des environnements hétérogènes.

La plus importante difficulté associée au scénario de migration de classe 5 présenté précédemment est liée à la signalisation. En effet, le réseau paquet destiné au transport de la voix va devoir utiliser une vaste variété de protocoles afin d'être capable de communiquer avec les différents équipements. Par exemple, certains équipements, comme les softswitchs, devront utiliser le protocole SS7 pour assurer l'interface avec le réseau RTC pour supporter la terminaison d'appel sur un téléphone classique. Dans le même temps, les équipements composant le réseau paquet géré par le softswitch devront supporter un autre protocole (MGCP ou SIP par exemple) afin de communiquer avec un serveur ou tout autre équipement de terminaison du réseau.

En outre, d'autres problèmes sont directement liés au mode de fonctionnement du protocole MGCP. En effet, le protocole MGCP nécessite beaucoup plus de messages pour l'établissement et la terminaison d'appel comparativement au protocole SS7.

2.4.4 Impacts liés à l'existence de multiples protocoles pour la voix sur IP: H.323, MGCP, SIP

L'existence de multiples standards pour encoder la voix sous IP pose des problèmes d'interopérabilité entre les équipements. Idéalement, les opérateurs devraient conduire des tests pour s'assurer de la bonne interopérabilité entre les différents équipements VoIP composant leurs réseaux, du cœur jusqu'à l'équipement abonné. Dans la pratique, les solutions présentées par des vendeurs sont dans une grande partie propriétaires. En conséquence, il est difficile pour un opérateur de retenir plusieurs fournisseurs différents, car le travail d'intégration nécessaire pourra s'avérer très coûteux. Dans bien des scénarios de migration, un vendeur unique pour les softswitchs et les media gateways est souvent sélectionné.

2.4.5 Impacts liés à la qualité de service (QoS)

Le protocole IP n'incorpore pas de fonctionnalités de qualité de service en natif. Un réseau IP fonctionne sur le principe du « best-effort » et ne peut garantir la fourniture de services à fortes contraintes comme les applications temps réel, parmi lesquelles la voix.

A ce titre, des mécanismes de QoS doivent être apportés aux réseaux IP. Plusieurs mécanismes de QoS ont été développés par l'IETF :

- RSVP (Resource Reservation Protocol)
- DiffServ (Differentiated Service)
- MPLS (Multi-Protocol Label Switching)

Ces mécanismes génériques ne peuvent pas permettre d'atteindre la qualité d'un réseau SS7. L'opérateur qui choisit de migrer vers un réseau NGN doit donc s'attendre à « vivre avec » une baisse de qualité de service sur son réseau vocal. Certains opérateurs historiques, en particulier Deutsche Telekom et France Telecom, voient encore aujourd'hui un différenciateur important dans la qualité de leurs services vocaux, et rechignent du coup à envisager une migration vers un réseau NGN vocal.

2.4.6 Impacts sur la sécurité

Les réseaux RTC existants ont des points de contrôle en bordure de réseau (« border control points ») qui laissent le trafic circuler entre différents réseaux et différents pays. Cela permet aux abonnés de passer des appels vers les utilisateurs de réseaux opérés par d'autres opérateurs au niveau national ou international. La fonction « border control » assure la sécurité des échanges entre les différents réseaux mais autorise le passage de certains types d'information comme les données d'enregistrement d'appel afin de permettre la facturation d'appel de l'abonné ou des coûts d'interconnexion entre opérateurs.

Du coup, le passage vers une structure NGN du réseau RTC implique des changements puisque la fonction de « border control » devra être capable de continuer à assumer les fonctions liées au RTC mais aussi assurer les interactions entre réseaux IP et RTC d'une part et entre différents réseaux IP d'autre part.

Le Session Border Controller (SBC) est ainsi un élément clé dans le cadre d'un déploiement de softswitch de classe 5. Le terminal client IP de l'utilisateur est généralement protégé par un pare-feu et bénéficie d'une adresse IP privée. La principale fonction du SBC est donc de permettre de traverser la protection du firewall et les équipements NAT. Un SBC permet aussi de protéger le softswitch des « signalling overloads », d'attaques en denis de service et d'autres attaques rendues possibles par l'utilisation d'IP, beaucoup plus connu que SS7 par le grand public, et beaucoup plus vulnérable.

Aujourd'hui les fonctionnalités d'un SBC sont regroupées dans un équipement dédié mais parfois ces fonctionnalités sont directement intégrées dans le softswitch. Pour cela, une collaboration étroite entre les fournisseurs de softswitchs et de routeurs de périphérie de réseau (edge routers) est nécessaire. L'intégration du SBC dans le softswitch permet à l'opérateur de réduire CAPEX et OPEX puisque cela correspond à la suppression d'un équipement. Aujourd'hui l'un des principaux fournisseurs de Session Border Controllers est Acme Packet qui a notamment été retenu par British Telecom et Telefonica.

2.4.7 Impacts sur les équipements de terminaison

Les équipements abonnés doivent supporter la technologie IP soit directement (téléphones IP) soit via l'installation de passerelles résidentielles. Ces passerelles résidentielles peuvent permettre à des opérateurs de proposer aux abonnés de conserver leurs terminaux traditionnels (type à interface RJ11), la passerelle permettant la génération de trafic IP envoyé dans le réseau IP NGN d'un opérateur.

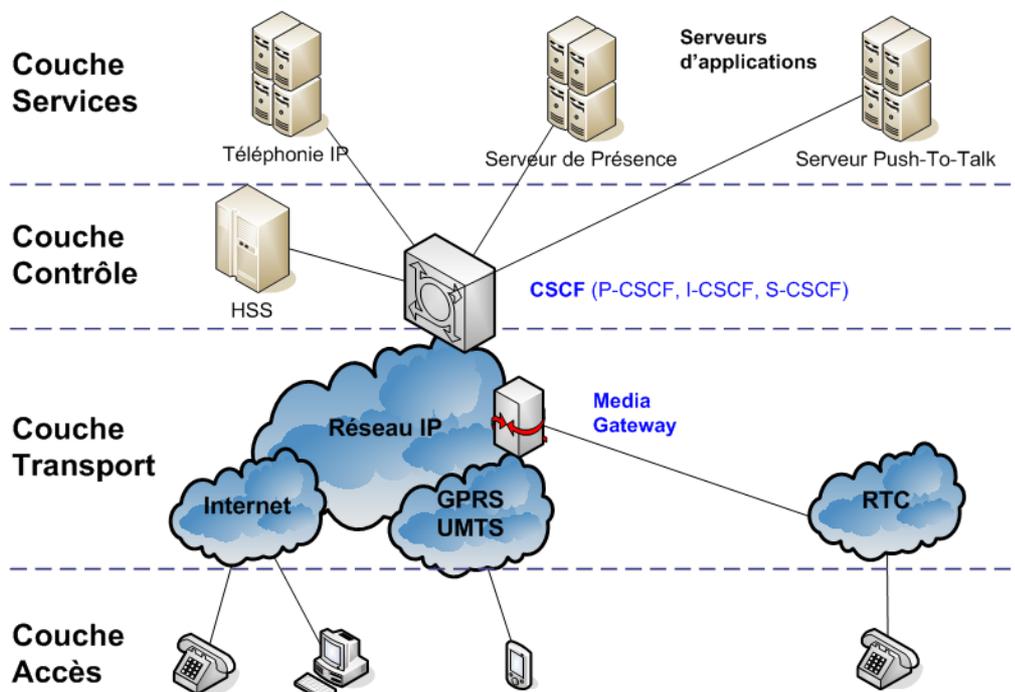
2.5 Les réseaux NGN dans le contexte d'autres évolutions technologiques majeures

2.5.1 Relations entre NGN et IP Multimedia Subsystem (IMS)

Brève définition de IMS

Définie dans la spécification 3GPP Release 5 de l'UMTS, l'architecture IMS constitue une couche logique intermédiaire entre, d'un côté, les terminaux mobiles et les réseaux de transport orientés IP et, de l'autre, les services applicatifs télécoms gérés par des serveurs opérés par l'opérateur ou des fournisseurs tiers. A la manière de l'approche NGN, l'architecture IMS reprend une approche en couches (cf figure ci-dessous).

Figure 7 Architecture IMS simplifiée



Source : Ovum

IMS introduit de nouvelles fonctions logiques devant être intégrées au cœur de réseau de l'opérateur mobile. Parmi toutes ces nouvelles fonctions, le CSCF fait plus particulièrement le lien avec l'approche NGN puisqu'il est responsable du contrôle des sessions grâce à l'utilisation du protocole SIP (défini par l'IETF). La notion de commutation disparaît au profit de la notion de sessions établies avec des serveurs d'applications multiples, un peu à l'image des serveurs softswitchs qui gèrent la téléphonie sur IP dans les réseaux NGN.

D'ailleurs, pour nombre d'équipementiers télécoms, les softswitchs proposés dans le cadre de la migration NGN du réseau fixe vers IP incluent (au moins au niveau marketing) une évolution vers la fonction CSCF décrite par le 3GPP. Ainsi Alcatel présente sa solution Alcatel 5020 Softswitch comme une plate-forme commune fixe et mobile divisée en trois sous-éléments :

- Une partie commune fixe et mobile, Alcatel 5020 CSC, assurant les fonctionnalités de gestion d'appels et de sessions
- Un composant mobile, Alcatel 5020 WCS, assurant la fonctionnalité de serveur d'appel pour les réseaux mobiles NGN
- Un composant fixe, Alcatel 5020 MGC, assurant l'émulation de services RTC pour les réseaux fixes classes 4/5

NGN/IMS et convergence fixe/mobile

Le 3GPP avait intégré dans le plan d'évolution de ses spécifications techniques la capacité pour IMS de fonctionner également avec la technologie d'accès WLAN (3GPP Release 6) puis avec tout type d'accès fixe ou mobile (3GPP Release 7). Le lien avec le fixe s'est encore accentué avec la collaboration entre le 3GPP et le groupe TISPAN de l'ETSI, afin de permettre l'intégration d'IMS au sein du travail de standardisation des réseaux NGN fixes de l'ETSI.

L'implication des opérateurs historiques au sein de TISPAN est forte. France Télécom occupe actuellement la position de chairman de TISPAN tandis que Telefonica, Telecom Italia et British Telecom ont clairement affirmé leur intérêt d'intégrer IMS dans leur approche de réseau convergent fixe/mobile.

Pour les opérateurs historiques, la convergence fixe/mobile constitue une opportunité de lutter efficacement contre le phénomène de substitution fixe/mobile et un moyen de proposer des services à forte différenciation par rapport aux opérateurs alternatifs fixes. Pour un opérateur ne disposant pas d'activités mobiles, les technologies IP sans-fil comme WiFi ou WiMAX peuvent être une alternative. D'ailleurs BT a toujours considéré WiFi comme une technologie clé dans son approche de convergence fixe-mobile comme en témoigne le lancement de BT Fusion (ex BT Bluephone) qui devrait évoluer du support de Bluetooth vers WiFi. Dans la Release 6 du 3GPP, une série de recommandations techniques va permettre aux terminaux WiFi de bénéficier des services basés sur IMS. Actuellement, au sein du WiMAX Forum, un groupe de travail focalise ses efforts afin de développer le support de WiMAX par IMS. La version mobile de WiMAX, basée sur le standard 802.16e, s'avère particulièrement intéressante pour un opérateur comme BT dans le cadre de sa stratégie de convergence.

Impacts de IMS pour les utilisateurs d'un réseau NGN

Le principal avantage que doit amener IMS aux opérateurs réside dans sa capacité de facilitation d'implémentation et de lancement de nouveaux services. Sans IMS, la mise en oeuvre d'un nouveau service implique de lourdes contraintes pour un opérateur sur son système IT et son réseau : développement et intégration de nouvelles interfaces réseaux, de nouvelles applications, de nouvelles interfaces de facturation, ... Autant d'écueils que devrait permettre d'éviter IMS grâce à son architecture et l'utilisation d'interfaces ouvertes standardisées.

A cela s'ajoute les nouvelles capacités liées à l'usage du protocole SIP permettant à l'opérateur de proposer toute une gamme de services innovants. Au cours des sessions SIP initiées par IMS, toutes sortes de contenus (voix, images, vidéo et texte) peuvent se coupler et être échangés entre deux personnes ou avec un groupe d'interlocuteurs. Par exemple, en partenariat avec Nokia, TIM a lancé un service baptisé « video sharing » permettant de générer un flux de streaming vidéo

unidirectionnel ou échanger des contenus multimédias, au cours d'une communication voix classique.

Les opérateurs, souvent en collaboration avec les équipementiers, travaillent activement au développement de nouveaux services basés sur IMS tirant avantage des principes précédemment évoqués mais aussi de nouveaux « enablers », qui sont des fonctionnalités mutualisés pouvant être utilisés par différents services. Parmi les enablers les plus courants, il y a la gestion de présence, la gestion de listes de contacts ou encore la localisation. France Télécom expérimente ainsi le carnet d'adresses dynamique avec des abonnés d'Orange. Grâce à l'utilisation de la fonction présence de l'abonné, l'utilisateur d'un téléphone mobile pourra savoir si son correspondant est disponible sur son propre mobile, s'il préfère être contacté par SMS ou MMS, ou s'il ne souhaite pas être joint.

Aujourd'hui, les premiers services IMS se limitent principalement à la téléphonie sur IP dans le fixe et à push-to-talk ou video sharing dans le mobile. Voici une liste non exhaustive de services génériques IMS pouvant être proposés :

- Services de messagerie instantanée
- Services d'échanges de contenus (messages, audio, vidéo)
- Services de vidéo téléphonie
- Jeux multi-joueurs
- Services Push-To-X (push-to-talk, push-to-view, push-to-video, ...)
- Services de conférence audio ou vidéo, supportant le partage de fichiers en temps réel

2.5.2 Relations entre NGN et la technologie FTTH

L'approche NGN en cœur de réseau est intimement liée à l'évolution du réseau d'accès, notamment lorsque l'opérateur s'engage dans le déploiement d'une nouvelle infrastructure de transport. Dans le cadre du 21CN, British Telecom va ainsi dépenser la moitié de ses investissements, soit £5 milliards, pour la partie réseau d'accès. Parmi les technologies évoquées, le DSL bien sûr mais aussi la technologie FTTH (Fiber To The Home).

La technologie fibre optique permet d'offrir aux abonnés résidentiels une bande passante de 10 à 100 Mbps, idéale pour le support de services Triple Play de haute qualité. Au Japon et aux Etats-Unis, le FTTH connaît un certain succès. NTT comptait 1.66 millions de clients FTTH fin mars 2005 avec un objectif de 3.4 millions d'abonnés fin 2006. Aux Etats-Unis, plus de 300 projets FTTH et FTTC (Fiber To The Curb) sont en cours de déploiement, poussés par des start-ups (SureWest), par des municipalités mais aussi par les opérateurs Verizon et SBC (projet Lightspeed).

Toutefois, en Europe, le déploiement du FTTH est peu généralisé. Quelques précurseurs comme Fastweb en Italie ou B2 en Suède font figure d'exception. La principale raison à cela réside dans le coût de déploiement de ce type de solution,

non pas à cause du coût des équipements en eux-mêmes mais plutôt à cause des coûts de génie civil liés au raccordement en fibre optique des abonnés. Ce coût est plus important en Europe où les grandes villes, densément peuplées et donc plus attractives pour le FTTH, permettent difficilement un tel déploiement de par leur nature historique et leur organisation urbaine. Inconvénients que l'on ne retrouve pas au Japon par exemple puisque le raccordement en fibre optique peut s'effectuer en aérien grâce à l'usage de pylônes et de gaines tirées le long des habitations en extérieur.

Malgré tout, nombre d'opérateurs historiques européens sont convaincus que la course au débit passera inévitablement par la fibre optique que ce soit en utilisant le FTTH ou en la couplant avec les technologies VDSL. En Belgique, Belgacom s'est lancé dans un vaste programme VDSL nommé Broadway qui devrait permettre une mise à niveau progressive du réseau d'accès. Belgacom tire de la fibre jusqu'aux sous répartiteurs (FTTC) dans les principales villes de Belgique. Belgacom a investi environ 83 millions d'euros dans le projet Broadway durant le 1er semestre 2005.

Début septembre 2005, Deutsche Telekom a fait part à son tour de son intérêt pour les technologies fibre optique en annonçant un plan d'investissement de 3 milliards d'euros jusqu'à fin 2007. T-Com déploiera un réseau fibre optique devant permettre de proposer un débit de 50 Mbps à ses abonnés. Cette offre sera accessible dans les 50 plus grandes agglomérations allemandes. Les premiers lancements commerciaux devraient intervenir en milieu d'année 2006 dans quelques villes.

2.5.3 Relations entre NGN et ENUM

Le déploiement d'un réseau tout IP connectant tout type de terminal a un impact important sur l'attribution et la gestion des adresses IP d'une part, et sur la notion d'annuaire universel d'autre part, compte tenu du fait que la principale application NGN est la téléphonie sur IP. En effet, l'idéal serait d'arriver à terme à la mise en place d'un système unique de gestion des numéros / adresses IP afin de garantir l'identification universelle des utilisateurs des réseaux NGN convergents.

E.164 est le système de numérotation standard de l'UIT-T utilisé par l'ensemble des opérateurs de télécommunications dans le monde. Le protocole ENUM (tElephone NUmber Mapping) permet la prise en compte des numéros E.164 par le protocole SIP, le protocole de base de signalisation de IMS et des réseaux NGN. Le protocole ENUM utilise un serveur DNS (Domain Name Service) afin de traduire certains numéros de téléphones (exemple : 33153302488) en URIs – Uniform Resource Identifiers – (exemple : sip:utilisateur@sipfrancetelecom.com). ENUM permet donc d'associer un ou plusieurs terminaux IP à un numéro téléphonique traditionnel. En outre l'utilisateur peut proposer un ordre de préférence des moyens de le contacter (courrier électronique, messagerie vocale, fax, etc.). Le rythme d'adoption des connexions IP permanentes est un aspect pouvant faciliter la mise en place d'un tel système d'annuaire universel.

Aujourd'hui, s'il existe des solutions techniques permettant la gestion de la procédure ENUM, le déploiement ce type de solutions dans le domaine public génère notamment quelques soucis au niveau de l'administration des numéros. Historiquement différentes organisations sont responsables de la gestion de la numérotation dans les univers de la téléphonie et de l'Internet. La gestion des adresses Internet est déléguée par l'Internet Assigned Numbers Authority (IANA) à des autorités régionales qui la délèguent à leur tour à des organisations nationales tandis que la gestion de la numérotation téléphonique relève de la responsabilité des organisations nationales de régulation des télécommunications. En conséquence, un important travail de coordination entre ces différentes organisations est nécessaire.

3 Typologie des scénarios de migration

La mise en place d'architectures NGN peut se faire avec une plus ou moins grande ampleur, selon que l'utilisation des technologies NGN s'approche ou non au plus près de l'utilisateur final. Le choix de déploiement à retenir conditionne en grande partie les bénéfices à attendre de la mise en place d'un réseau NGN du point de vue de l'économie de coût. Quatre grands scénarios peuvent ainsi être dégagés :

- Scénario 1 : Mise en place de solutions NGN en transit
- Scénario 2 : Mise en place de solutions NGN jusqu'au commutateur de classe 4
- Scénario 3 : Mise en place de solutions NGN jusqu'au classe 5
- Scénario 4 : Mise en place de solutions tout IP en overlay

A ces quatre scénarios peut être rajouté un cinquième, aujourd'hui mis en œuvre par British Telecom qui consiste à procéder à une transformation radicale de son réseau voix fixe. L'approche de BT consiste à remplacer le réseau commuté traditionnel par un nouveau réseau NGN. Les abonnés commutés voix sont progressivement migrés vers cette nouvelle infrastructure IP de bout en bout. Le scénario 4 (mise en place de solutions tout IP en overlay), qui s'en rapproche, est différent car il consiste à maintenir le réseau commuté pour le service de voix fixe, avec une architecture de réseau TDM traditionnelle, tout en développant en parallèle un réseau multi-services IP, qui est utilisé pour la fourniture de services DSL voix et data.

3.1 Scénario 1 : Mise en place de solutions NGN au niveau des liens de transit

Définition

Dans ce scénario, l'opérateur utilise des technologies NGN pour son cœur de réseau, mais dès que l'on s'approche des commutateurs de classe 4, le trafic continue à être supporté par le réseau traditionnel. Cette démarche est mise en place par un grand nombre d'opérateurs mondiaux, précisément sur ces fonctions de transit que ce soit au niveau régional, national ou international. Il s'agit de la première étape de la migration d'un réseau traditionnel vers un réseau NGN pour nombre d'entre eux.

Le principal bénéfice pour un opérateur est la réduction de coût sur les communications internationales et nationales.

- A l'international, pour un opérateur étranger, l'implémentation d'une solution NGN au niveau transit permet d'utiliser un lien IP afin de transporter des communications vocales plutôt que d'avoir recours à la location d'une liaison louée auprès de l'opérateur historique local.
- Au niveau national, un opérateur pourra réduire également ses coûts s'il loue ses liens, en particulier car il aura besoin de moins de lien physiques du fait de l'absence de nécessité d'un réseau maillé.

Impacts sur l'architecture du réseau

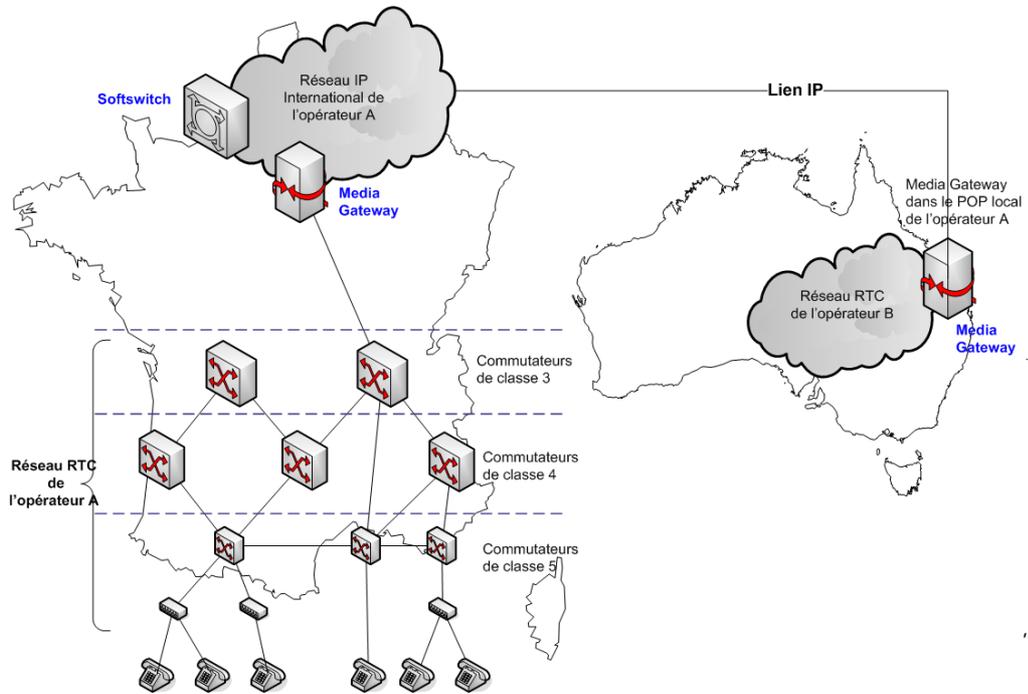
Ce type de solution impacte le trafic entre les commutateurs de transit au niveau national ou international. Concrètement, il s'agit d'installer des passerelles media (Media Gateway) assurant l'interface entre le réseau IP de transport des données avec le réseau téléphonique TDM traditionnel. Les passerelles sont alors administrées à distance par un softswitch dans le cadre d'une architecture centralisée en utilisant en général les protocoles MGCP/H.248.

Exemple 1 : Migration du trafic téléphonique international sur IP

Pour un opérateur souhaitant déployer une solution VoIP pour son trafic international il suffit d'implémenter :

- un softswitch qui centralisera le contrôle des appels, le routage du trafic et la gestion des aspects de signalisation. Ce softswitch remplacera le (ou les) commutateur(s) de transit international TDM existant(s).
- des passerelles media dans les PoP (Points de Présence) situés dans les pays où l'opérateur veut s'interconnecter au réseau national TDM

Figure 8 Schéma d'architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit international

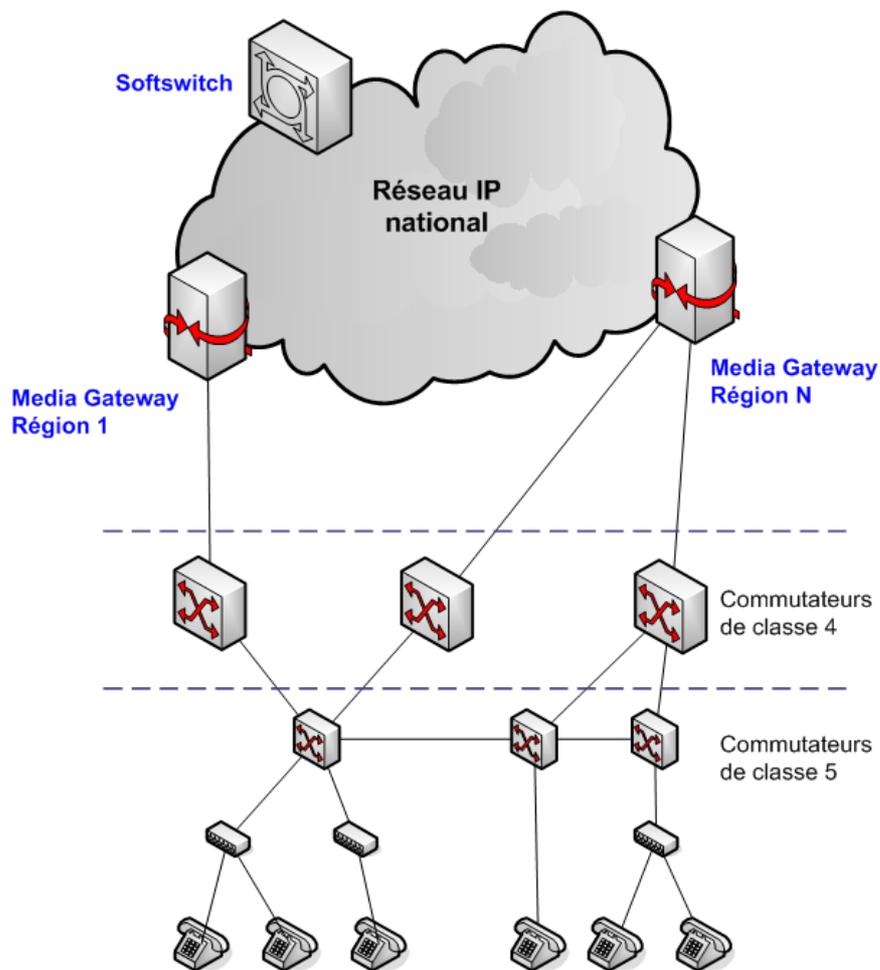


Source : Ovum

Exemple 2 : Migration du trafic téléphonique de transit au niveau national

Au niveau national, l'approche est similaire sauf que ce sont les commutateurs de classe 3 et de niveau hiérarchiques supérieurs qui seront remplacés par un ou plusieurs softswitch et passerelles media. Evidemment les commutateurs TDM de classe 4 et 5 sont conservés et assurent la livraison des communications téléphoniques TDM de manière tout à fait classique aux abonnés.

Figure 9 Schéma d'architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit national



Source : Ovum

3.2 Scénario 2 : Mise en place de solutions NGN jusqu'au commutateur de classe 4

Définition

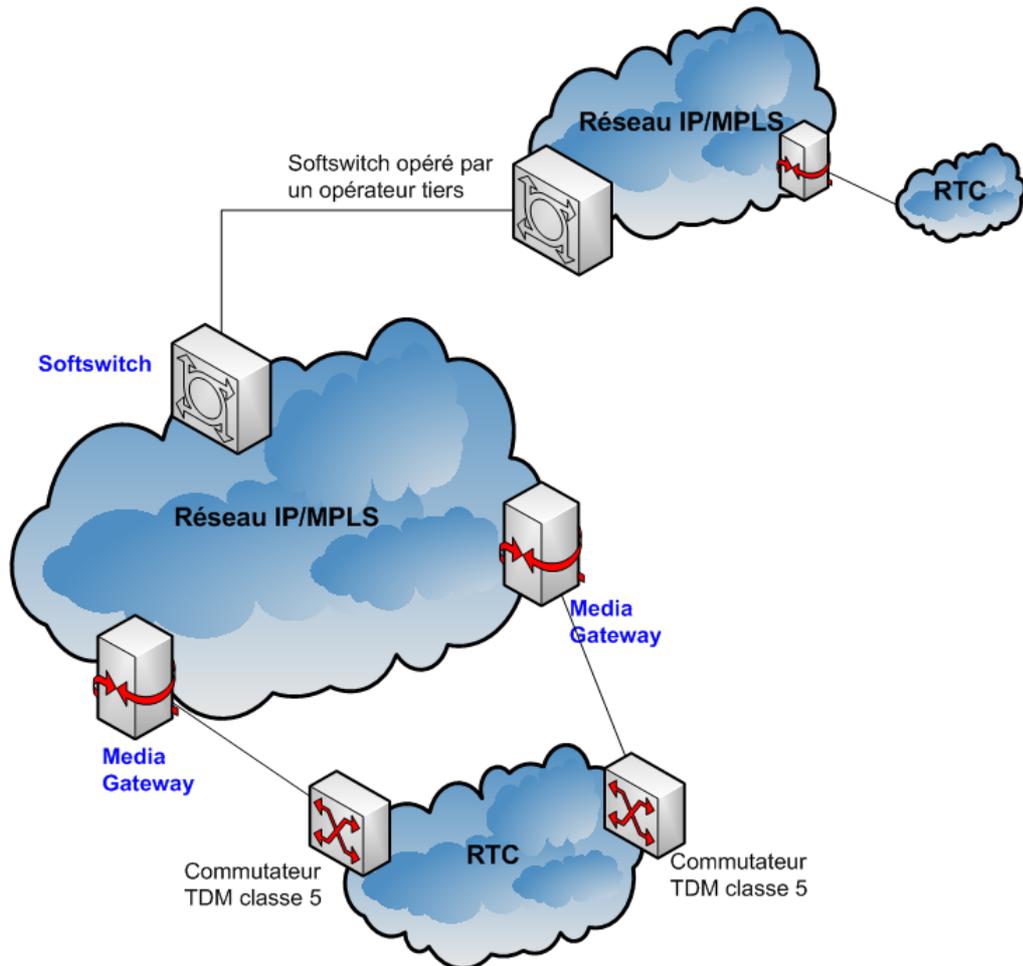
L'opérateur choisit de mettre en place une architecture NGN qui a vocation également à agréger le trafic local, et conserve son réseau d'accès traditionnel. Ce scénario est celui qui a le plus le vent en poupe, et constitue une prolongation naturelle du premier. En Europe, de nombreux opérateurs fixes ont engagé cette démarche : Telecom Italia, en particulier, fut le premier gros opérateur à lancer une migration en ce sens en 2002. D'autres opérateurs plus petits, comme Slovak Telecom, ont eux terminé cette migration. Des projets comparables sont aujourd'hui en cours chez Telekom Austria, chez Telia Sonera ou encore chez les grands opérateurs américains.

Impacts sur l'architecture du réseau

Le trafic entre commutateurs d'abonnés TDM traditionnels est en fait détourné sur une infrastructure VoIP. Pour cela, l'opérateur connecte ses commutateurs d'abonnés à des gateways VoIP et des softswitchs de classe 4.

D'un point de vue architectural, il s'agit de la même solution que pour le scénario précédent à un niveau différent du réseau plus proche de l'abonné. En effet un commutateur de classe 4 ne diffère d'un commutateur de classe 3 ou de niveau hiérarchique supérieur uniquement par sa capacité de traitement de données. Il n'intègre aucune intelligence réseau. Du coup, pour le réseau NGN, la différence se traduira uniquement par la nature des capacités supportés par les media gateways et softswitchs.

Figure 10 Architecture d'une solution NGN de classe 4



Source : Ovum

Cette étape permet en fait de fusionner les infrastructures longue distance voix et données sur une même épine dorsale IP. Ultérieurement, l'opérateur peut remplacer ses commutateurs locaux d'abonnés TDM par des softswitchs de classe 5.

Deux opérateurs peuvent interopérer leur réseau NGN de classe 4 en s'interconnectant au niveau d'un softswitch pour l'échange de signalisation relative à l'acheminement du trafic. Le trafic transite alors par un lien IP (non représenté sur la figure) entre les deux infrastructures de cœur de réseau IP.

A court terme, cette démarche permet également de conserver des class 5 traditionnels qui disposent de certaine capacités qu'il est difficile de rendre avec des solutions logicielles (prise de ligne au décrochage par exemple).

3.3 Scénario 3 : Mise en place de solutions NGN jusqu'au classe 5

Définition

Les commutateurs de classe 5 constituent le point de raccordement avec l'abonné pour la fourniture des services voix basiques. Les opérateurs historiques possèdent plusieurs milliers de ces commutateurs et de part leur position stratégique dans leur réseau ont été peu enclins jusqu'à présent à les remplacer par une solution NGN. Toutefois, compte tenu de la forte progression de la pénétration des services haut débit et du déclin de la demande en services de téléphonie traditionnelle, les opérateurs considèrent de plus en plus l'opportunité de faire converger leur infrastructure d'accès vers une plate-forme IP commune.

Dans le cadre d'une migration de classe 5, l'opérateur réalise une migration complète, et tout le trafic transitant dans le réseau sera supporté par une architecture NGN. Cette approche permet la fourniture de bout en bout de services VoIP à condition que l'utilisateur final utilise un équipement IP. De loin la plus complexe, cette étape est aujourd'hui assez peu répandue. Seuls quelques opérateurs régionaux aux Etats Unis ainsi que SK Télécom en Corée du Sud ont à ce jour commencé le déploiement de technologies NGN jusqu'à ce stade.

Impacts sur l'architecture du réseau

L'opérateur remplace ses commutateurs locaux TDM par des softswitchs de classe 5. A la différence des solutions de classe 4, les serveurs d'appels de classe 5 peuvent supporter tous les types de services proposés par les commutateurs traditionnels locaux et servir tous les types de terminaux raccordés au réseau IP, directement ou par l'intermédiaire de MSAN (« MultiService Access Node »).

Le commutateur de classe 5 commute le trafic localement et le transfère vers le réseau de transit s'il n'est pas en mesure de se connecter directement au commutateur de classe 5 du destinataire de l'appel. Comme les fonctions logiques de concentrateur et de commutateur local sont souvent intégrées au sein d'un unique équipement, traditionnellement ils sont fournis par le même équipementier et la signalisation entre ces éléments est souvent propriétaire. C'est une manière de garder un client captif pour un vendeur si bien que les interfaces standardisées (V5.1 et V5.2) sont rarement disponibles sur les commutateurs actuellement en service dans les réseaux RTC des opérateurs historiques.

Du coup, le passage à un réseau NGN en classe 5 s'avère plus compliqué car faire migrer les commutateurs locaux revient également à faire évoluer les concentrateurs qui leur sont rattachés. En outre, au-delà du service vocal basique, un réseau RTC fournit de nombreux services à valeur ajoutée, comme par exemple :

- Les services en numéros 0800
- Identification du numéro de l'appelant
- Messagerie vocale
- Appel en attente
- Interception d'appel
- Horloge parlante

La fourniture de ces services est assurée par les commutateurs TDM de classe 5 auxquels le réseau IN s'interconnecte. Par conséquent, la suppression d'un commutateur de classe 5 rompt le lien avec le réseau intelligent existant. L'implémentation du softswitch doit prendre ces éléments en compte et garantir la continuité de services pour l'abonné soit en re-crétant le lien IN soit en implémentant les mêmes services sur une nouvelle plate-forme IN. Dans la perspective stratégique de l'opérateur visant à utiliser une solution NGN comme support de nouveaux services, la deuxième solution sera privilégiée mais nécessitera des investissements additionnels. Il en va de même au niveau du système de facturation également raccordé au commutateur de classe 5. L'implémentation d'un nouveau système de facturation pour la solution NGN n'est en soit pas très onéreuse mais s'assurer de sa bonne intégration avec les systèmes de facturation existants est autrement plus compliquée.

En conclusion, une migration de classe 5 s'avère être un véritable « big bang » au niveau du réseau de l'opérateur et cela est d'autant plus coûteux et complexe que le réseau est important.

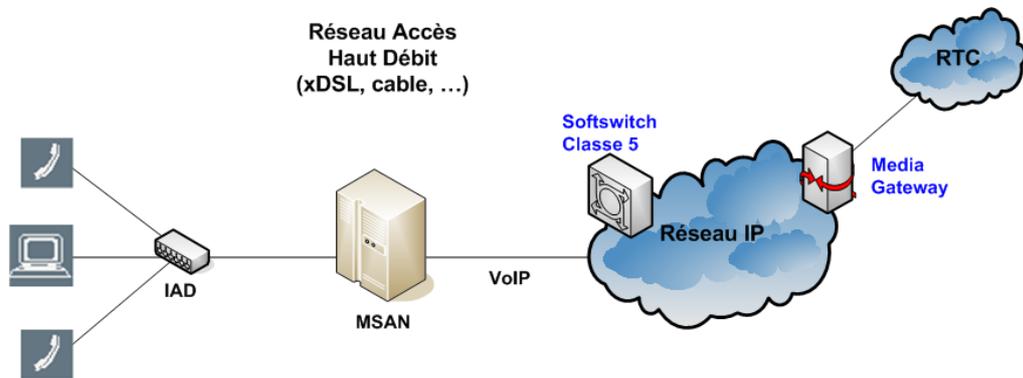
Raccordement de l'abonné

Dans le cadre d'une migration NGN de classe 5, le raccordement des abonnés se fait avec un lien IP. Possédant rarement des infrastructures TDM, les opérateurs alternatifs fournissent des services VoIP basés sur les technologies d'accès haut débits DSL ou FTTH et les administrent via le déploiement de softswitchs assumant les fonctionnalités de commutateurs de classe 4 et 5. Par exemple, Cisco et Italtel ont fourni une solution VoIP, alliant le softswitch Italtel iMSS et les passerelles media Cisco MGX 8000, à Fastweb en Italie. Ces déploiements associent déploiement du réseau d'accès et déploiement de l'architecture de commutation.

Les opérateurs historiques, eux, doivent aussi garantir la continuité de leurs services TDM actuels. Certains opérateurs ont ainsi choisi de conserver leurs commutateurs TDM et de les équiper de nouvelles cartes afin de faire migrer graduellement le réseau traditionnel vers une architecture NGN de classe 5 tandis que l'opérateur déploiera directement de nouveaux softswitchs pour supporter de nouveaux services

basés sur des technologies haut débit. On voit apparaître une nouvelle génération d'équipements d'accès haut débit baptisés IMAP (Integrated Multiservice Access Platforms) ou MSAN (Multiservice Access Node) qui savent gérer aussi bien des lignes haut débit que des accès RNIS ou analogiques. Ces équipements se connectent au réseau IP de l'opérateur et offrent le service téléphonique sous le contrôle du softswitch de classe 5. Ils permettent aux opérateurs historiques de continuer à fournir des services traditionnels, et de continuer à remplir leurs obligations réglementaires, tout en tirant parti des solutions de softswitch IP.

Figure 11 Architecture d'un réseau NGN de classe 5



Source : Ovum

3.4 Scénario 4 : Mise en place de solutions tout IP en overlay

Définition

Dans ce cas, l'opérateur déploie une architecture entièrement basée sur IP, qui n'a pas besoin de se connecter au réseau de commutation existant, ceci en parallèle du réseau traditionnel, qui continue à vivre sa vie indépendamment. Ce type de solution est particulièrement adapté aux opérateurs historiques qui sont confrontés à une forte chute des revenus de téléphonie classique et qui, pour protéger leur base de clientèle, doivent lancer des solutions innovantes basés sur des technologies alternatives (DSL, FTTH, câble, ...).

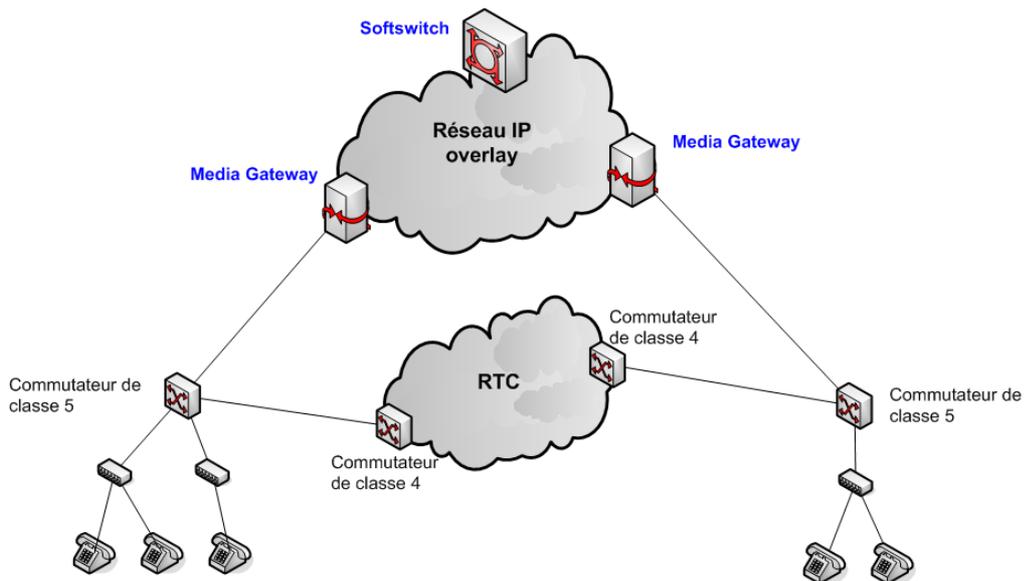
C'est le chemin qu'a retenu par exemple France Télécom, en déployant à travers sa filiale Wanadoo ce type de technologie, avec Netcentrex. Ce type d'approche est bien

évidemment plus répandue auprès d'opérateurs alternatifs, qui dans la plupart des cas n'ont pas de réseau traditionnel à administrer.

Impacts sur l'architecture du réseau

Le réseau paquet en overlay fournit les services à valeur ajoutée tandis que le réseau TDM traditionnel continue d'assurer le support des services téléphoniques de base. Les deux réseaux s'interconnectent via le déploiement de passerelles (les media gateways dans la figure ci-dessous) afin de garantir une terminaison d'appel sur un téléphone classique alors que l'appelant utilise un téléphone IP et inversement. Les réseaux VoIP et PSTN restent clairement séparés, au niveau du transport du trafic et de la signalisation.

Figure 12 Architecture overlay VoIP



Source : Ovum

Pendant une certaine période, le réseau overlay peut se voir confier la responsabilité d'une partie du trafic téléphonique puis, une fois doté de la capacité et des caractéristiques de QoS suffisantes, il pourra prendre en charge la totalité du trafic RTC. Cependant dans ce type de solutions, les commutateurs locaux classiques sont conservés et devront continuer à être maintenus ou pourront être remplacés par des solutions NGN progressivement. Une fois le trafic RTC basculé intégralement sur le

réseau IP overlay, à priori, seuls les commutateurs du cœur de réseau RTC (à partir de la classe 3 ou commutateur de transit) pourront être abandonnés.

Afin de garantir la qualité de service nécessaire pour certaines applications, l'opérateur pourra déployer la technologie MPLS en complément de l'IP ou encore avoir recours à une solution IP over ATM (les paquets IP sont alors encapsulés dans des trames ATM).

SIP apparaît aujourd'hui comme le protocole le mieux adapté afin d'assurer les fonctions de gestion d'appel sur réseau IP puisqu'il peut permettre la gestion simultanée de plusieurs types de flux par une seule et même machine, contrairement au protocole H.323. Toutefois, étant donné que les solutions H.323 sont disponibles depuis plus longtemps que celles reposant sur SIP, les déploiements d'opérateurs sont encore majoritaires en H323.

Les différentes phases de la stratégie de migration overlay

La stratégie overlay est intimement liée à la stratégie de déploiement du réseau d'accès haut débit de l'opérateur. En effet, de la vitesse de déploiement du réseau DSL et du rythme des abonnements haut débit dépendent la date de migration complète des abonnés RTC vers le réseau NGN.

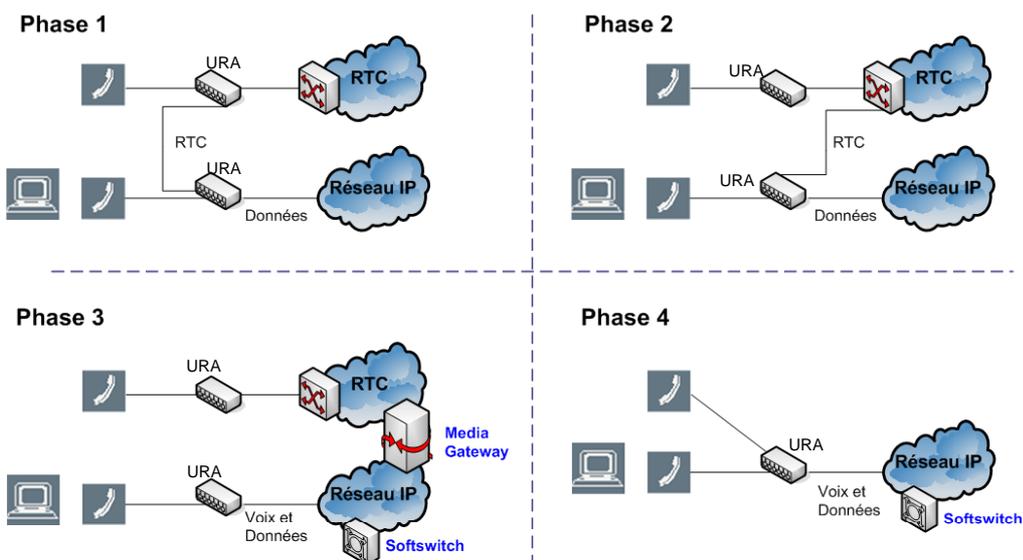
Il n'y a pas de migration active des abonnés RTC existants à court terme. Toutefois, à plus long terme, quand le réseau RTC deviendra trop coûteux à entretenir, la migration pourra être accélérée afin de procéder à la fermeture complète du réseau RTC. Des initiatives commerciales pourront être mises en place à cet effet par l'opérateur. Malgré tout, même si les abonnés de la nouvelle plate-forme vont essentiellement utiliser des services VoIP, il n'en demeure pas moins que certains d'entre eux voudront conserver un accès à un service RTC et continuer à utiliser leur téléphone traditionnel. En conséquence, des interfaces RTC devront être conservées sur les passerelles résidentielles.

Ci-après est présentée la stratégie typique de migration, avec mise en place d'un réseau IP, envisagée par les grands opérateurs (cf. Figure 13) :

- Phase 1 : Le DSL tel qu'il est déployé aujourd'hui permet de supporter sur une même ligne des services vocaux RTC classiques et des services de données en haut débit sur une même paire de cuivre grâce à l'usage de filtres. La carte de la ligne d'abonné est localisée dans le concentrateur local.
- Phase 2 : Le DSLAM est remplacé par un MSAN (Multi-Service Access Nodes) supportant à la fois les technologies TDM et ATM/IP. Les cartes RTC et DSL sont maintenant localisées dans le MSAN et la signalisation s'effectue entre le MSAN et le commutateur RTC de classe 5 via les interfaces V5.1 ou V5.2. Les nouveaux abonnés DSL devraient être raccordés à cette nouvelle plate-forme pour les services vocaux et données.

- Phase 3 : Le MSAN est mis à niveau pour devenir un pur équipement IP, qui assume la terminaison des appels vocaux RTC et les convertit en VoIP. Un softswitch est désormais nécessaire puisque le commutateur de classe 5 n'est plus relié directement au MSAN. Une passerelle media doit aussi être ajoutée au réseau afin d'assurer la connexion entre le réseau RTC existant et la plate-forme IP pour supporter les appels IP vers RTC. Les abonnés existants et les nouveaux abonnés migrent automatiquement vers la VoIP, même si le service qu'ils reçoivent est toujours de type RTC.
- Phase 4 : Une fois que la migration a attiré suffisamment d'utilisateurs et que l'opérateur est prêt, le reste des abonnés RTC peut être transféré sur la nouvelle plate-forme IP et le réseau RTC peut alors être définitivement abandonné.

Figure 13 Les différentes phases de la stratégie de migration overlay



Source : Ovum

4 Annexe : liste des acronymes

3GPP : Third Generation Partnership Project

AAA : Authentication, Authorisation and Accounting

ATM : Asynchronous Transfer Mode

BAS : Broadband Access Server

BRAS : Broadband Remote Access Server

BSS : Business Support System

CAA : Commutateur à Autonomie d'Acheminement

CAPEX : CAPital EXpenditures

CSCF: Call Session Control Function

CTI : Commutateur de Transit International

CTP : Commutateur de Transit Principal

CTS : Commutateur de Transit Secondaire

CU : Concentrator Unit

DiffServ : Differentiated Services

DSL : Digital Subscriber Line

DSLAM : Digital Subscriber Line Access Multiplexer

DWDM : Dense Wavelength Division Multiplexing

ENUM : tElephone NUmber Mapping

ETSI : European Telecommunications Standards Institute

FAI : Fournisseur d'Accès Internet

FR : Frame Relay

FTTH : Fibre To The Home

HSS : Home Subscriber Server

IAD : Integrated Access Device

IETF : Internet Engineering Task Force

IMAP : Intergrated Multi-service Access Platform

IMS : IP Multimedia Subsystem

IN : Intelligent Network

IP : Internet Protocol

ISDN : Integrated Services Digital Network (en français RNIS)

MEGACO : MEdia GAteway COntrol

MGCP : Media Gateway Control Protocol

MGW : Media Gateway

MPLS : Multi-Protocol Label Switching

MRF : Multimedia Resource Function

MSAN : Multi-Service Access Node

NAS : Network Attached Storage

NGN : Next Generation Network

NOC : Network Operations Centre

OPEX : OPerational EXpenditures

OSS : Operations Support System

PBX : Private Branch eXchange (commutateur privé)

PDH : Plesiochronous Digital Hierarchy

PoP : Point of Presence

PSTN : Public Switched Telephone Network (réseau RTC en français)

QoS : Quality of Service

RARP : Reverse Address Resolution Protocol

RNIS : Réseau Numérique à Intégration de Services (en anglais ISDN)

RSVP : ReSerVation Protocol

RTC : Réseau Téléphonique Commuté (réseau PSTN en anglais)

SBC : Session Border Controller

SDH : Synchronous Digital Hierarchy

SIGTRAN : SIGnaling TRANsport

SIP : Session Initiation Protocol

SS7 : Signalling System #7

TDM : Time Division Multiplexing

TGW : Telephony Gateway

UMA : Unlicensed Mobile Access

VoATM : Voice over ATM

VoBB : Voice over Broadband

VoIP : Voice over IP

VPN : Virtual Private Network

ZAA : Zone à Autonomie d'Acheminement

ZL : Zone Locale

ZTI : Zone de Transit International

ZTP : Zone de Transit Principal

ZTS : Zone de Transit Secondaire